

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Departamento de Estomatología I (Prótesis Bucofacial)



TESIS DOCTORAL

Estudio experimental del efecto miorrelajante y antinociceptivo de la estimulación eléctrica nerviosa transcutánea en una población con trastorno temporomandibular muscular

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Lidia Ventura Bermúdez

Director

Ignacio Ardizzone García

Madrid, 2018

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
Departamento de Estomatología I (Prótesis Bucofacial)



TESIS DOCTORAL

**“ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL EFECTO MIORRELAJANTE Y
ANTINOCICEPTIVO DE LA ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA NERVIOSA
TRANSCUTÁNEA EN UNA POBLACIÓN CON TRASTORNO
TEMPOROMANDIBULAR MUSCULAR”**

MEMORIA PARA OPTAR A GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR

Lidia Ventura Bermúdez

Bajo la dirección del doctor:
PROF. DR. D. IGNACIO ARDIZONE GARCÍA

Madrid, 2017



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
Departamento de Estomatología I (Prótesis Bucofacial)

D. IGNACIO ARDIZONE GARCIA, PROFESOR CONTRATADO DOCTOR DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.

CERTIFICA:

Que el presente trabajo titulado “ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL EFECTO MIORRELAJANTE Y ANTINOCICEPTIVO DE LA ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA NERVIOSA TRANSCUTÁNEA EN UNA POBLACIÓN CON TRANSTORNO TEMPOROMANDIBULAR MUSCULAR” ha sido realizado bajo mi dirección para optar, mediante el mismo, al grado de Doctor en Odontología por la Universidad Complutense de Madrid.

Madrid, a 20 de abril de 2017

FDO. Prof. Dr, D. Ignacio Ardizone García
DIRECTOR DE TESIS

A mis queridos padres, Silvestre y Juana María, y a mi hermano Juan, por ayudarme y animarme a conseguir mis metas.

A mi familia y amigos por su comprensión, cariño, amor incondicional e inestimable ayuda.

Sin su gran apoyo en este largo camino, de idas y venidas, este trabajo no hubiese sido posible.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su colaboración, compañía, asesoramiento y sugerencias, han hecho posible este trabajo de investigación.

En especial a:

Dr. Ignacio Ardizzone García, director de la tesis, por haber depositado su confianza en mí, por su esfuerzo y dedicación en la realización de este proyecto. Sus palabras de confianza y de ánimo han sido siempre un aliciente para seguir adelante.

Dra. Teresa Sánchez Sánchez, por brindarme su apoyo y ayuda para esta investigación.

Dra. Henar Sastre, por animarme a emprender el camino de la investigación.

Drs. Adelaida Domínguez Gordillo, Fernando Aneiros López, Gema Serrano y Eduardo Salado, compañeros y amigos en el Título Propio de Trastornos Temporomandibulares y Dolor Orofacial, quienes con sus ánimos y sugerencias me han ayudado a superar las dificultades.

Dña. Carmen Moreno González, por su inestimable ayuda en la fase experimental y motivación, sin el cual no hubiera podido realizarse este trabajo.

A mi compañera Ana Frutos, por su colaboración con las fotografías en el proceso documental de este trabajo.

D. Juan José de la Cruz Troca por su ayuda en el estudio y análisis estadístico.

Gracias a las personas que, de una forma u otra, han sido claves en mi vida personal y profesional: a mis amigas y amigos de la Facultad y del Máster de Ortodoncia, a mis compañeros de San Rafael, por todo lo que me aportan y por lo que sigo aprendiendo de ellos.

Gracias a los amigos que me han ayudado y animado en los momentos de flaqueza.

“El investigador sufre las decepciones, los largos meses pasados en una dirección equivocada, los fracasos. Pero los fracasos son también útiles, porque, bien analizados, pueden conducir al éxito. Y para el investigador no existe alegría comparable a la de un descubrimiento, por pequeño que sea...”

Alexander Fleming

ÍNDICE

1. RESUMEN	23
1.1. INTRODUCCIÓN	25
1.2. HIPÓTESIS DE TRABAJO	26
1.3. OBJETIVOS	26
1.4. DISEÑO DEL ESTUDIO	27
1.5. RESULTADOS	27
1.6. CONCLUSIONES	28
2. SUMMARY.....	29
2.1. INTRODUCTION.....	31
2.2. WORKING HYPOTHESIS	32
2.3. OBJECTIVES	32
2.4. STUDY DESIGN	33
2.5. RESULTS	33
2.6. CONCLUSIONS	34
3. JUSTIFICACIÓN.....	35
4. INTRODUCCIÓN	41
4.1. TRANSTORNO TEMPOROMANDIBULAR (TTM).....	43
4.1.1. Epidemiología	44
4.1.2. Etiología.....	44
4.1.3. Clasificación.....	45
4.1.4. Trastornos de los Músculos Masticatorios	49
4.2. TENS.....	51
4.2.1. Definición	53
4.2.2. Recuerdo histórico	54
4.2.3. Fisiología nerviosa	54
4.2.3.1. Mecanismos de modulación nociceptiva.....	54
4.2.3.2. Conducción del dolor y vías de transmisión.....	56
4.2.4. Bases teóricas en las que se apoya el TENS	60
4.2.4.1. Teoría del “Gate Control”	60
4.2.4.2. Teoría de la Liberación de Endorfinas	63
4.2.5. Parámetros de estimulación, manejo y control de polaridad	64
4.2.5.1. Parámetros	64
4.2.5.2. Manejo y control de polaridad	67

4.2.6.	Formas de estimulación eléctrica	68
4.2.6.1.	TENS convencional de alta frecuencia y de baja intensidad.....	69
4.2.6.2.	TENS de baja frecuencia y de alta intensidad	71
4.2.6.2.1.	Características físicas del TENS de baja frecuencia.....	71
4.2.6.2.2.	Características de estimulación según Jankelson	72
4.2.6.2.3.	Respuestas fisiológicas del TENS de baja frecuencia	74
4.2.7.	Aplicaciones clínicas	77
4.2.7.1.	Aplicaciones clínicas en analgesia	77
4.2.7.2.	Otras aplicaciones.....	78
4.2.7.3.	Aplicaciones en Odontología.....	79
4.2.8.	Contraindicaciones absolutas y relativas	80
4.2.9.	Ventajas de la TENS	80
4.2.10.	Desventajas de la TENS	81
4.3.	ELECTROMIOGRAFIA (EMG)	81
4.3.1.	Definición	81
4.3.2.	Evolución histórica	82
4.3.3.	Objetivos e indicaciones.....	85
4.3.4.	Limitaciones	85
4.3.5.	Parámetros electromiográficos	87
4.3.6.	Aparatos de registro	91
4.4.	LA ESCALA VISUAL ANALÓGICA (VAS).....	101
5.	HIPÓTESIS DE TRABAJO	103
6.	OBJETIVOS	107
7.	MATERIAL	111
7.1.	MATERIAL HUMANO.....	113
7.2.	MATERIAL CLÍNICO.....	116
7.2.1.	TENS	116
7.2.2.	EMG	117
7.2.3.	La escala visual analógica.....	120
8.	MÉTODO	121
8.1.	DISEÑO DEL ENSAYO	123
8.2.	TAMAÑO DEL ENSAYO	124
8.3.	CONSIDERACIONES ÉTICAS	127
8.4.	EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO DE MEDIDA	127
8.4.1.	Test de reproducibilidad	127

8.4.2.	Análisis estadístico.....	128
8.4.3.	Método de “Enmascaramiento del Placebo”	128
8.5.	HISTORIA CLÍNICA Y EXPLORACIÓN	128
8.5.1.	Cuestionario de historia clínica	131
8.5.2.	Examen clínico.....	132
8.5.2.1.	Ubicación del dolor.....	132
8.5.2.2.	Tipo de dolor (muscular o articular, ambos) y localización	132
8.5.2.3.	Patrón de apertura	132
8.5.2.4.	Rango del movimiento vertical mandibular	132
8.5.2.5.	Palpación de sonidos articulares durante el movimiento vertical.....	135
8.5.2.6.	Movimientos excursivos mandibulares	136
8.5.2.7.	Sonidos articulares durante los movimientos de lateralidad y protrusión	137
8.5.2.8.	Palpación de los músculos y la articulación	138
8.6.	TENS.....	143
8.6.1.	Colocación de los electrodos.....	143
8.6.2.	Tiempo de aplicación del TENS	145
8.6.3.	Ajuste de parámetros	146
8.6.3.1.	Amplitud.....	146
8.6.3.2.	Balance.....	148
8.6.3.3.	Método de cegamiento de placebo.....	148
8.6.4.	Principios básicos de seguridad	149
8.7.	REGISTROS EMGS	149
8.7.1.	Técnica: colocación de los electrodos	150
8.7.2.	Preparación del paciente.....	155
8.7.3.	Registro EMG de reposo basal.....	156
8.8.	VALORACIÓN DE LA PERCEPCIÓN DEL DOLOR (VAS)	158
8.9.	PROTOCOLO.....	158
8.10.	CRONOGRAMA DE ESTUDIO.....	161
9.	MÉTODO ESTADÍSTICO.....	163
9.1.	MANEJO DE DATOS	165
9.2.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL TEST DE REPRODUCIBILIDAD.....	165
9.3.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	166
9.3.1.	Estadística descriptiva.....	166
9.3.2.	Estadística analítica	166

10. RESULTADOS	169
10.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA Y DISTRIBUCIÓN	171
10.1.1. Características de la muestra y distribución por grupos	171
10.1.2. Distribución de la edad	173
10.2. DESCRIPTIVO TOTAL Y SEGÚN TENS O PLACEBO.	
DIFERENCIAS	174
10.2.1. Descriptivo total de pacientes según grupos de TENS o Placebo	174
10.2.2. Diferencias entre pre-post en el total de pacientes	175
10.2.3. Diferencias entre registro pre y post en el grupo TENS	177
10.2.4. Diferencias entre registro pre y post en el grupo Placebo	178
10.2.5. Diferencias entre el registro pre y post según TENS vs Placebo	180
10.3. DESCRIPTIVO TOTAL Y SEGÚN CASOS Y CONTROLES.	
DIFERENCIAS SEGÚN CASOS Y CONTROLES	183
10.3.1. Descriptivo total y según Casos y Controles	183
10.3.2. Diferencias entre registro pre y post según Casos y Controles	184
10.4. DESCRIPTIVO POR GRUPOS Y DIFERENCIAS ENTRE EL PRE Y POST SEGÚN GRUPOS DE ESTUDIO	187
10.4.1. Descriptivo según grupos de estudio	187
10.4.2. Diferencias entre registro pre y post según grupos	188
10.4.2.1. Diferencias en grupo TENS	189
10.4.2.2. Diferencias en grupo Placebo	190
10.5. DIFERENCIAS ENTRE LOS CUATRO GRUPOS	191
10.6. TEST DE REPRODUCIBILIDAD	194
11. DISCUSIÓN	199
11.1. METODOLOGÍA EMPLEADA	201
11.2. PARÁMETROS DE ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA	207
11.2.1. Electrodo: colocación y tipo	207
11.2.2. Forma del impulso	210
11.2.3. Duración del impulso	211
11.2.4. Intensidad	212
11.2.5. Frecuencia	215
11.3. SOBRE NUESTROS RESULTADOS	220
11.3.1. Edad	221

11.3.2.	Grupo TENS	221
11.3.3.	Grupo Placebo	222
11.3.4.	Diferencias Placebo y TENS	222
11.4.	DIFERENCIAS ENTRE CASOS Y CONTROLES	223
11.5.	DIFERENCIAS ENTRE LOS GRUPOS	224
11.6.	TENS Y EFECTO PLACEBO	227
11.6.1.	Cegamiento en los ensayos aleatorios controlados con Placebo.....	227
11.6.2.	Estudios a favor del placebo	228
11.6.3.	Estudios a favor del TENS	
11.7.	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	236
12.	CONCLUSIONES	237
13.	BIBLIOGRAFIA	239
14.	ANEXOS.....	273
14.1.	ANEXO 1. Hoja informativa.....	275
14.2.	ANEXO 2. Informe del Comité Ético de Investigación del Hospital8Clínico San Carlos.....	278
14.3.	ANEXO 3. Consentimiento Informado.....	279
14.4.	ANEXO 4. Historia Clínica según protocolos RDC/TMD.....	280
14.4.1.	Protocolos de examen de RDC-TMD	281
14.4.2.	Indicaciones para el examen de los TTM	282
14.4.3.	Instrucciones verbales del examinador	284
14.4.4.	Cuestionarios.....	294
14.4.5.	Examen clínico	310
14.4.6.	Resumen resultados del examen clínico	316
14.4.7.	Algoritmo diagnóstico RDC/TMD.....	318
14.5.	ANEXO 5. Ficha de resultados	319
14.6.	ANEXO 6. Valores EMG medios absolutos de la muestra para el test de reproducibilidad	CD Adj
14.7.	ANEXO 7. Datos EMG y VAS de la muestra	CD Adj
14.8.	ANEXO 8. Análisis estadístico de la muestra	CD Adj

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de las fibras nerviosas y sus características.....	58
Tabla 2. Valores media, mediana, máximo, mínimo y percentiles 25 y 75 ..	172
Tabla 3. Distribución de edad en los cuatro grupos de estudio	173
Tabla 4. Descriptivo total y según TENS o Placebo	174
Tabla 5. Diferencias entre el pre y el post en el total de pacientes	175
Tabla 6. (Parte de la Tabla 7). Diferencias entre registro “pre” y “post” en los grupos TENS o Placebo	178
Tabla 7. (Parte de la Tabla 7). Diferencias entre registro “pre” y “post” en el grupo Placebo	179
Tabla 8. Diferencias entre el “pre” y el “post” en los grupos TENS o Placebo	179
Tabla 9. Descriptivo total y diferencias según Casos y Controles	182
Tabla 10. Diferencias entre el “pre” y el “post” según Casos y Controles....	184
Tabla 11. Descriptivo por grupos	187
Tabla 12. Diferencias entre el “pre” y “post” según grupos de estudio	189

ÍNDICE DE GRÁFICOS

MÉTODO

Gráfico 1. Flow chart- pacientes.....	126
--	-----

RESULTADOS ESTUDIO

Gráfico 2. Flow Chart-pacientes	171
Gráfico 3. Diferencias pre/post según VAS/EMG	176
Gráfico 4. Diferencias pre/post en los Casos según VAS	176
Gráfico 5. Diferencias pre/post en los Casos según EMG	177
Gráfico 6. Diferencias pre/post entre TENS/Placebo en VAS/EMG	181
Gráfico 7. Diferencias pre/post entre TENS/Placebo en el VAS	181
Gráfico 8. Diferencias pre/post entre TENS/Placebo en EMG	182
Gráfico 9. Diferencias pre/post según Casos y Controles	183
Gráfico 10. Diferencias pre/post según grupos.....	193

TEST REPRODUCIBILIDAD

Gráfico 11. Medidas marginales estimadas de LTA	196
Gráfico 12. Medidas marginales estimadas de LMM.....	196
Gráfico 13. Medidas marginales estimadas de RMM	197
Gráfico 14. Medidas marginales estimadas de RTA.....	197

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura nº 1. Mecanismo de acción de la teoría del “Gate Control”	62
Figura nº 2. Esquema de la teoría del dolor por compuerta II	62
Figura nº 3. Esquema de onda bifásica asimétrica con componente galvánico medio igual a cero	65
Figura nº 4. Esquema de curva I/t de diversos tipos de nervios.....	66
Figura nº 5. Representación gráfica de la forma de un potencial eléctrico.....	87
Figura nº 6. Potencial monofásico.....	88
Figura nº 7. Potencial bifásico.....	88
Figura nº 8. Relación espacial entre el electrodo y las fibras musculares	89
Figura nº 9. Esquema del proceso de obtención de una señal electromiográfica	91
Figura nº 10. Esquema de electrodos de superficie	92
Figura nº 11. Representación gráfica del sistema de adquisición de la señal bioeléctrica.....	99
Figura nº 12. Formas de representación de señal bioeléctrica.....	100
Figura nº 13. Myomonitor J4 y los 3 electrodos para el registro	117
Figura nº 14. Sistema K6 (EMG, kinesiógrafo y sonógrafo)	118
Figura nº 15. Electromiógrafo Myotronics K6-I.....	119
Figura nº 16. Escala visual analógica (VAS).....	120
Figura nº 17. Esquema diagnóstico RDC/TMD	130
Figura nº 18. Líneas de referencia para mediciones	133
Figura nº 19. Apertura mandibular no asistida sin dolor.....	133
Figura nº 20. Apertura mandibular máxima no asistida.....	133
Figura nº 21. Apertura mandibular máxima asistida.....	134
Figura nº 22. Medición de la sobremordida.....	134
Figura nº 23. Medición de la lateralidad derecha	136
Figura nº 24. Medición de la lateralidad izquierda.....	136
Figura nº 25. Registro de protrusiva	137
Figura nº 26. Palpación de sonidos articulares durante los movimientos	

excursivos mandibulares	139
Figura nº 27. Palpación de temporal anterior	139
Figura nº 28. Palpación de temporal posterior	139
Figura nº 29. Palpación de temporal medio	139
Figura nº 30. Palpación de masetero derecho	140
Figura nº 31. Palpación del polo lateral del cóndilo.....	141
Figura nº 32. Palpación de la inserción posterior del cóndilo derecho	142
Figura nº 33. Vista lateral y frontal de posición de electrodos a nivel del trago mandibular.....	144
Figura nº 34. Posición de electrodo tierra a nivel posterior del cuello	145
Figura nº 35. Myomonitor J4 y electrodos Myotrode	146
Figura nº 36. Graduación de la amplitud mediante la técnica de Jankelson	147
Figura nº 37. Botón de ajuste de balance	148
Figura nº 38. Pasta limpiadora “Nuprep” y pasta conductora “EC2”	151
Figura nº 39. Distancia recomendada entre electrodos.....	152
Figura nº 40. Colocación de electrodo monopolar tierra	153
Figura nº 41. Vista lateral y frontal de la colocación de electrodos	154
Figura nº 42. Posición de reposo del paciente durante la prueba	155
Figura nº 43. Registro EMG de reposo basal.....	158
Figura nº 44. Registro EMG y de VAS “pre” TENS o Placebo.....	159
Figura nº 45. Registro EMG y de VAS “post” TENS o Placebo	160

RESUMEN

***“Cuando un hombre sabe a dónde va,
el mundo entero se aparta para dejarle paso”***

Bertrand Rusell

“ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL EFECTO MIORRELAJANTE Y ANTINOCICEPTIVO DE LA ESTIMULACIÓN ELECTRICA TRANSCUTÁNEA EN UNA POBLACIÓN CON TRASTORNO TEMPOROMANDIBULAR MUSCULAR”

1.1. INTRODUCCIÓN

Los problemas del paciente con trastorno temporomandibular (TTM) de tipo muscular son de naturaleza heterogénea y de etiología multifactorial.

Su abordaje terapéutico no siempre es sencillo y obliga al clínico a buscar medidas que relajen los músculos y alivien el dolor.

La Estimulación Eléctrica Nerviosa Transcutánea (TENS) es la técnica de estimulación eléctrica más empleada como alternativa a los tratamientos analgésicos tradicionales, tales como los farmacológicos o quirúrgicos. Su popularidad se basa, entre otros aspectos, en que se trata de una técnica económica, no invasiva, fácil de administrar, que tiene pocos efectos secundarios e interacciones con otros fármacos, además de ser una técnica susceptible de ser utilizada para tratamiento domiciliario, tras un periodo de entrenamiento del propio paciente.

El mecanismo de acción del TENS ha sido explicado por dos teorías: La teoría del “Gate Control” de Mezzack y Wall (1965) y la teoría de la liberación de opioides endógenos por Sjolund Y Eriksson (1976).

La literatura científica sobre efectos terapéuticos específicos del T.E.N.S. en el tratamiento de los TTM es muy controvertida y equívoca. Los diferentes trabajos que apoyan la efectividad del TENS, defienden su efecto analgésico y de relajación muscular, argumentando sus bases neurofisiológicas que lo sustentan. Sin embargo la corriente que niega su efectividad, sostiene que los pacientes pueden exagerar su efectividad cuando en realidad es igual de efectiva que un placebo. En algunas revisiones y metaanálisis se ha demostrado que los resultados del TENS no son concluyentes. Esto puede deberse a la ausencia de ensayos controlados aleatorios (ECA) y la dificultad en la definición de parámetros, incluyendo frecuencias, intensidades, duraciones de impulsos y sitios de aplicación muy diversos.

1.2. HIPÓTESIS DE TRABAJO

Aunque sigue siendo un tema que da origen a debate, muchos autores afirman que la aplicación de TENS produce cambios en el sistema neuromuscular y a nivel central que mejoran la situación clínica de los pacientes TTM muscular.

En los pacientes con TTM de tipo muscular el tratamiento con TENS consigue mayor relajación muscular y disminución del dolor, que a los que se aplica placebo.

Hipótesis nula (H0): No existen diferencias significativas entre los pacientes tratados con el TENS y los tratados con placebo, por lo tanto el TENS no es válido como tratamiento de los TTM en la relajación muscular y en el alivio del dolor.

1.3. OBJETIVOS

El objetivo general es valorar la eficacia del TENS en su efecto miorrelajante y de disminución del dolor en pacientes con trastornos temporomandibulares de origen muscular.

Los objetivos específicos:

1. Estudiar si el TENS produce relajación muscular en los pacientes con TTM muscular.
2. Valorar si esa relajación muscular es mayor que la que se consigue con un Placebo.
3. Estudiar si el TENS produce analgesia en los pacientes con TTM muscular.
4. Valorar si la analgesia es mayor que la que se consigue con un Placebo.
5. Estudiar en cual de los efectos: relajación muscular y analgesia, se muestra más eficaz el TENS.

1.4. DISEÑO DEL ESTUDIO

Se seleccionaron pacientes según criterios de inclusión, tomando una muestra de 146 mujeres con edad de 18 a 65 años que acudieron al Título Propio Transtornos Temporomandibulares y Dolor Orofacial de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid.

Se les realizó una Historia Clínica y exploración, según criterios RDC/TMD y se estratificaron en casos y controles. Posteriormente se asignaron de forma aleatoria, por bloques de tratamiento en TENS y Placebo, resultando cuatro grupos de tratamiento:

1. Casos TENS (n= 38, Edad media: 38,0).
2. Casos Placebo (n=37, Edad media: 43,0).
3. Controles TENS (n=36, Edad media: 25,5).
4. Controles Placebo (n=35, Edad media: 28,0).

Se utilizó un electromiografo K6 de Myotronics, para medir la actividad de los músculos maseteros y temporales anteriores y una escala visual analógica (VAS) para mediar la percepción del dolor. Se tomaron registros electromiográficos y de VAS antes y después de la aplicación del TENS durante 45 minutos según técnica de Jankelson.

1.5. RESULTADOS

Existen diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes grupos:

En el **grupo TENS**, comparando Casos y controles, existen diferencias estadísticamente significativas en la actividad EMG para el músculo masetero derecho ($p=0,082$) y sólo en los Casos hay una reducción en el VAS ($p<0.001$).

En el **grupo Placebo**, comparando Casos y Controles, los valores tienen una baja significación, siendo significativo sólo la reducción del VAS en los

Casos.

En el **grupo Casos**, comparando TENS y Placebo, se observan diferencias estadísticamente significativas en el VAS ($p<0,001$) y en la actividad del músculo temporal anterior izquierdo ($p=0,001$) a favor del grupo TENS.

En el **grupo Control**, comparando TENS y Placebo, se observan diferencias significativas sólo para el músculo masetero izquierdo ($p=0,026$). No existen diferencias en el VAS.

1.6. CONCLUSIONES

1. En los pacientes con Trastorno temporomandibular muscular, el TENS según la técnica de Jankelson, es eficaz para proporcionar alivio del dolor y relajación muscular.
2. El TENS produce relajación muscular, disminuyendo la actividad eléctrica de los músculos maseteros y temporales anteriores y equilibrando ambos lados.
3. El efecto antinociceptivo del TENS produce disminución de la percepción del dolor.
4. El TENS es más efectivo para la disminución del dolor, que para relajar la actividad muscular.
5. El efecto placebo se muestra también eficaz para aliviar el dolor y relajar la actividad muscular, pero en menor medida que el TENS.
6. Son necesarios más estudios contrastados con placebo que evalúen la influencia de los factores psicológicos en la eficacia del tratamiento de los trastornos temporomandibulares musculares con TENS.

SUMMARY

***“When a man knows where he’s going,
the whole world is leaving to give way”***

Bertrand Rusell

"EXPERIMENTAL STUDY OF THE IMPRESSIVE AND ANTI-CONCEPTIVE EFFECT OF TRANSCUTANEOUS ELECTRIC STIMULATION IN A POPULATION WITH TEMPOROMANDIBULAR MUSCULAR DISORDER"

2.1. INTRODUCTION

The problems of the patient with temporomandibular disorder (TMD) of the muscular type are heterogeneous in nature and multifactorial etiology.

Its therapeutic approach is not always simple and forces the clinician to seek measures that relax the muscles and relieve pain.

Transcutaneous Electrical Nerve Stress (TENS) is the most commonly used electrical stimulation technique as an alternative to traditional analgesic treatments, such as pharmacological or surgical treatments. Its popularity is based on, among other things, that it is an inexpensive, non-invasive, easy-to-administer technique that has few side effects and interactions with other drugs, besides being a technique susceptible of being used for home treatment after a period of training of the patient himself.

The mechanism of action of TENS has been explained by two theories: The Gate Control Theory of Mezack and Wall (1965) and The Endogenous Opioid Release Theory by Sjolund and Eriksson (1979).

The scientific literature on therapeutic effects specific to TENS In the treatment of TMD is very controversial and equivocal. The different works that support the effectiveness of TENS, defends its analgesic effect and muscle relaxation, arguing that its neurological basis is what supports this. However, the trend that denies its effectiveness, maintains that patients can exaggerate its effectiveness when in fact is as effective as a placebo. In some reviews and meta-analyzes it has been shown that TENS results are inconclusive. This may be due to the absence of randomized

controlled trials (RCTs) and the difficulty in defining parameters, including frequencies, intensities, pulse durations and very diverse application sites.

2.2. HYPOTHESIS OF WORK

Although it remains a controversial topic that gives rise to debate, many authors claim that the application of TENS produces changes in the neuromuscular and Central Nervous System level that improve the clinical situation of muscular TMD patients.

In patients with muscle-type TMD, TENS treatment achieves greater muscle relaxation and decreased pain than placebo.

Null hypothesis (H0): There are no significant differences between patients treated with TENS and those treated with placebo, therefore TENS is not valid as a treatment of TMD in muscle rejuvenation and in pain relief.

2.3. OBJECTIVES

The general objective was to evaluate the efficacy of TENS in its muscle relaxant and pain reduction in patients with temporomandibular disorders of muscular origin.

Specific objectives:

1. Study whether TENS produces muscle relaxation in patients with muscle TMD.
2. Assess if that muscle relaxation is greater than that achieved with a Placebo.
3. Study whether TENS produces analgesia in patients with muscle TMD.
4. Assess if the analgesia is greater than that achieved with a Placebo.
5. To study in which of the effects: muscular relaxation and analgesia, TENS is more effective.

2.4. DESIGN OF THE STUDY

Patients were selected according to inclusion criteria, taking a sample of 146 women aged 18 to 65 years who attended the Title Temporary Temporomandibular Disorders and Orofacial Pain of the Faculty of Dentistry of the Universidad Complutense de Madrid.

A clinical history and exploration were performed according to RDC / TMD criteria and stratified into cases and controls. Subsequently, they were assigned randomly, by treatment blocks in TENS and Placebo, resulting in four treatment groups:

1. TENS cases (n = 38, mean age: 38.0)
2. Placebo cases (n = 37, mean age: 43.0)
3. TENS controls (n = 36, mean age: 25.5)
4. Placebo Controls (n = 35, Mean Age: 28.0)

An electromyograph K6 of Myotronics was used to measure the activity of the anterior masseter and temporal muscles and a visual analogue scale (VAS) to mediate the perception of pain. Electromyographic and VAS records were taken before and after the TENS application for 45 minutes according to Jankelson's technique.

2.5. RESULTS

There are statistically significant differences between the different groups:

In the **TENS group**, comparing cases and controls, there are statistically significant differences in the EMG activity for the right masseter muscle ($p = 0.082$) and only in the cases there is a reduction in the VAS ($p < 0.001$).

In the **Placebo group**, comparing Cases and Controls, the values have a low significance, being significant only the reduction of VAS in the Cases.

In the **Cases group**, comparing TENS and Placebo, statistically significant differences were observed in the VAS ($p < 0.001$) and in the activity of the left anterior temporalis muscle ($p = 0.001$) in favor of the TENS group.

In the **Control group**, comparing TENS and Placebo, significant differences were observed only for the left masseter muscle ($p = 0.026$). There is no difference in VAS.

2.6. CONCLUSIONS

1. In patients with Temporomandibular Muscular Disorder, TENS according to the Jankelson technique, is effective in providing pain relief and muscle relaxation.
2. TENS produces muscle relaxation, decreasing the electrical activity of the anterior masseter and temporal muscles and balancing both sides.
3. The antinociceptive effect of TENS produces a decrease in pain perception.
4. TENS is more effective for reducing pain than for relaxing muscle activity.
5. The placebo effect is also shown to be effective in relieving pain and relaxing muscle activity, but to a lesser extent than TENS.
6. Further placebo-controlled studies are needed to assess the influence of psychological factors on the efficacy of treatment of TENS with TENS.

JUSTIFICACIÓN

***“El hombre de la ciencia ha aprendido a creer
en la justificación, no por la fe, sino por la verificación”***

Thomas Henry Huxley

La elección del tema de esta Tesis Doctoral está basada en la búsqueda de medidas terapéuticas que puedan dar abordaje al conjunto de trastornos temporomandibulares (TTM), derivado del alto índice de prevalencia dentro del conjunto de patologías del aparato estomatognático.⁽¹⁾

El campo odontológico se encuentra sometido a grandes avances científicos, que le hacen evolucionar de forma muy rápida, dando al clínico nuevas herramientas diagnósticas y terapéuticas para resolver situaciones que hasta hace poco tiempo parecían imposibles.

Sin embargo, hay patologías como los trastornos temporomandibulares (TTM) en las que a pesar de su alta prevalencia en la población, su conocimiento y tratamiento en los sistemas médicos de asistencia primaria, no está todavía bien protocolizado.

El término general de trastornos temporomandibulares (TTM) se aplica a una serie de patologías musculoesqueléticas de diferente naturaleza que afectan a la musculatura y articulación del aparato masticatorio. También están implicados diferentes elementos: interferencias oclusales, posición cervical anómala, oclusión, estrés y mecanismos de regulación ya sean centrales o periféricos.⁽²⁾

Debido a la complejidad del aparato estomatognático son muchos los especialistas que pueden interactuar en su diagnóstico: odontólogos, otorrinolaringólogos, cirujanos maxilofaciales, fisioterapeutas, neurólogos, reumatólogos y psicólogos etc, cuya labor resulta en muchas ocasiones difícil de coordinar.

Todo ello conlleva a que el paciente no acuda al especialista adecuado y se cronifique el proceso. Dando lugar esta situación de incertidumbre, contribuyendo a aumentar su malestar y grado de ansiedad.

Los TTM, son patologías que afectan siempre directa o indirectamente al sistema neuromuscular alterando su función y provocando frecuentemente sintomatología dolorosa.⁽³⁾

El enorme interés suscitado por este tema, junto con la falta de un conocimiento completo del mismo, ha conducido a la elaboración de numerosas teorías y

protocolos de diagnóstico y tratamiento. Esto ha provocado, como es lógico, confusiones en un campo ya de por sí complejo. Aunque el nivel de conocimientos existentes hoy en día es mayor del que había existido, queda aún mucho por averiguar.

El diagnóstico del TTM se basa en la identificación de signos y síntomas mediante la historia clínica y una meticulosa exploración clínica.

Para cuantificar el estado de los músculos masticatorios necesitamos recurrir a la electromiografía de superficie (EMGS), que es una herramienta muy útil, accesible, y de fácil empleo en nuestro campo, que aplicada de forma correcta y con un protocolo riguroso nos permite identificar las características funcionales del aparato estomatognático, mediante el conocimiento del comportamiento neuromuscular.^(4, 5) La fiabilidad y reproducibilidad de la electromiografía ha sido objeto de debate en la literatura durante décadas.⁽⁶⁻⁸⁾

Los últimos avances tecnológicos nos permiten actualmente aplicar la electromiografía de superficie con una mayor fiabilidad y reproducibilidad. La ISEK (International Society of Electrophysiology and Kinesiology) a través de su proyecto SENIAM ^(9, 10), ha establecido un protocolo de registro para que se puedan interpretar y comparar los resultados con la fiabilidad adecuada ⁽⁸⁾. No todos los trabajos revisados siguen estos protocolos, por lo que sus resultados se deben interpretar con precaución.

La eficacia y el éxito del tratamiento de los TTM, residen en la capacidad del clínico para establecer un diagnóstico correcto.

Los tratamientos para los TTM normalmente conllevan una o más técnicas, incluyendo cuidados en casa, técnicas odontológicas, medicación, fisioterapia e intervenciones en el comportamiento del paciente ⁽¹¹⁾.

Existe una amplia batería de instrumentos para afrontarla como pueden ser: terapia manual, ultrasonidos, estimulación eléctrica transcutánea (TENS), acupuntura, etc.

El TENS se ha usado con frecuencia con resultados satisfactorios según todos los estudios publicados en diferentes partes del cuerpo. Sin embargo, a pesar de estas prometedoras expectativas, todavía no existen estudios con base científica y

soportada en análisis estadísticos completos que demuestren su eficacia a nivel cráneo-mandibular, y a esto hay que añadir la dificultad de establecer ensayos clínicos contrastados con placebo.

La literatura científica sobre efectos terapéuticos específicos del TENS en el tratamiento de los TTM es muy controvertida y equívoca. En los diferentes trabajos que apoyan la efectividad del TENS se afirma la reducción del dolor, argumentando sus bases neurofisiológicas que lo sustentan y defendiendo su efecto analgésico y de relajación muscular ⁽¹²⁾. Sin embargo la corriente que niega su efectividad, sostiene que los pacientes pueden exagerar su efectividad cuando en realidad es igual de efectiva que un placebo ⁽¹³⁾.

Son escasos los estudios de TENS a nivel craneomandibular. Por este motivo, diseñamos y desarrollamos un estudio que diera respuesta a la pregunta de investigación clínica: ¿qué cambios se producen en el sistema neuromuscular y a nivel central de pacientes con dolor miofascial al aplicarles el TENS?; ya que consideramos que la respuesta a esta pregunta es una aproximación al conocimiento del mecanismo de acción de la misma.

Así pues, en este estudio clínico controlado aleatorizado, analizamos y evaluamos los registros obtenidos mediante la escala visual analógica (VAS)⁽¹⁴⁾ y la electromiografía de superficie (EMGS) de la actividad postural de reposo de los músculos masticatorios temporales (fascículos anteriores) y maseteros^(15, 16).

Estudiamos el músculo masetero por ser el protagonista principal de la función de apretamiento y donde resulta más fácil el acceso a la exploración electromiográfica de superficie. Además, es el músculo que se ha estudiado más en trabajos similares, y ello nos permite comparar nuestros resultados con los obtenidos por otros autores ^(4, 17) y así poder contrastar. Y el músculo temporal anterior por ser un músculo posicionador y por participar en la elevación de la mandíbula, en el cierre y en la función de apretamiento ⁽¹⁸⁻²⁰⁾.

INTRODUCCIÓN

“El comienzo es la parte más importante de la obra”

Platón

4.1. TRANSTORNO TEMPOROMANDIBULAR (TTM)

Los TTM han sido definidos por la Academia Americana de Dolor Orofacial como un grupo de condiciones musculoesqueléticas y neuromusculares que afectan a las articulaciones temporomandibulares (ATM), músculos masticatorios y tejidos asociados^(21, 22).

Son la mayor causa de dolor en la región orofacial de causa no dental.⁽²³⁾ Son considerados una subclasificación de los trastornos musculoesqueléticos.⁽²¹⁾

El síntoma más frecuente es el dolor, usualmente localizado en los músculos masticatorios y/o en el área preauricular, agravado por la masticación u otra actividad mandibular. Además del dolor, los pacientes con TTM, frecuentemente tienen un rango de movimiento mandibular limitado y ruidos articulares (clics, pops, crepitación). Las cefaleas, hipertrofia muscular no dolorosa y desgaste dentario anormal asociado con parafunciones orales como el bruxismo, podrían ser problemas relacionados a los TTM.^(24, 25)

TTM se caracterizan por dolor en los músculos masticatorios y en la ATM, limitación movimientos mandibulares y ruidos articulares y así como sucede con otros trastornos dolorosos, su diagnóstico se basa fundamentalmente en la historia clínica y en la exploración.^(21, 26-31)

Uno de los cuadros de trastornos temporomandibulares (TTM) más prevalente es el dolor miofascial^(32, 33), cuya patogénesis no se conoce totalmente. Se caracteriza por un dolor regional sordo y la presencia de puntos gatillo que pueden producir patrones de dolor referido característicos y/o síntomas autonómicos.^(24, 34) Esta condición imposibilita, a veces, la realización de las funciones básicas del aparato masticatorio, reduciendo la calidad de vida de quienes lo padecen.

La bibliografía europea utiliza el término de disfunción temporomandibular mientras que la americana está utilizando en los últimos años el concepto de desorden o trastorno temporomandibular (TMD), definiéndolo como un término que abarca un número de problemas clínicos que involucran la musculatura masticatoria, la articulación temporomandibular, y estructuras asociadas o ambas⁽²⁾.

4.1.1. Epidemiología

La prevalencia varía ampliamente en distintos estudios. Según algunos, más del 13% de la población general padece dolor de músculos masticatorios, más del 16% de trastornos discales y más de un 9% de dolor por trastornos articulares ^(24, 33, 35).

Según los estudios de **Solberg** y **Westling**, alrededor del 75% de la población ha experimentado en algún momento de su vida algún signo de TTM ^(25, 36).

Mientras que en el metaanálisis de **Manfredini**, la prevalencia de diferentes diagnósticos de TTM varió ampliamente, mostrando una prevalencia de 45%, 41% y 34% para los trastornos musculares, trastornos discales y trastornos dolorosos articulares, respectivamente ⁽³⁷⁾.

Los TTM afectan más a adultos jóvenes ⁽³⁶⁾ y de mediana edad ^(1, 38) que a niños o gente mayor ^(1, 31). Además, suelen remitir, fluctuar o autolimitarse a lo largo del tiempo ⁽³⁹⁾. Se estima que solo el 3,6%-7% de los individuos con TTM necesitan tratamiento ^(40, 41) y la tasa de incidencia anual es del 2%.

En cuanto al sexo: múltiples investigaciones refieren una mayor prevalencia en mujeres ^(33, 41, 42). Otros relatan la no existencia de diferencias marcadas entre sexos, si acaso ligeramente superior en la mujer ^(36, 38).

4.1.2. Etiología

La etiología de los TTM sigue siendo hoy en día un tema de continuo debate. ⁽¹⁵⁾ La etiología de los TTM es compleja y multifactorial, pudiendo contribuir muchos de los factores a un solo TTM ⁽²⁾. La mayoría de los factores que veremos no son causas probadas sino asociadas con los TTM ⁽²⁴⁾. Se conocen factores desencadenantes (aquellos que causan el comienzo de un TTM), predisponentes (aquellos que aumentan el riesgo de padecerlos) y perpetuantes (aquellos que interfieren o favorecen su progresión). ⁽⁴¹⁾

Un mismo factor, en diferentes circunstancias, puede actuar como alguno o todos estos roles. No hay un único factor etiológico o un modelo teórico único que pueda explicar el comienzo de los TTM. ⁽²⁾

Okeson, intenta simplificar su entendimiento con esta fórmula ⁽²⁾ :

Función normal + suceso > tolerancia fisiológica → síntomas de TTM

Existen cinco factores etiológicos esenciales asociados a los TTM:

1. Las condiciones oclusales.
2. Los traumatismos.
3. El estrés emocional.
4. El dolor profundo.
5. Las actividades parafuncionales⁽¹¹⁾.

La importancia de estos factores varía considerablemente de unos pacientes a otros, ya que la adaptabilidad del individuo va a depender de una serie de factores genéticos, biológicos hormonales^(2, 43), anatómicos, patofisiológicos y psicosociales^(24, 44-49).

4.1.3. Clasificación diagnóstica de los TTM

La Academia Americana de Dolor Orofacial (2013) junto a la International Headache Society elaboró la vigente clasificación de los trastornos temporomandibulares, incluyéndolos de la clasificación de cefaleas, neuralgias y dolor facial⁽⁵⁰⁾.

La principal aportación es la distinción en dos grandes categorías: una para los desórdenes articulares y otra para los desórdenes musculares; por otro lado, la posibilidad de hacer diagnósticos múltiples.

1. Migrañas.
2. Cefaleas de tipo tensional.
3. Cefaleas en racimo.
4. Cefaleas diversas no asociadas a lesiones estructurales.
5. Cefaleas asociadas con traumas en la cabeza.
6. Cefaleas asociadas con trastornos vasculares.
7. Cefaleas asociadas con trastornos intracraneales no vasculares.
8. Cefaleas asociadas con sustancias.

9. Cefaleas asociadas con infecciones no cerebrales.
10. Cefaleas asociadas con trastornos metabólicos.
11. Cefaleas o dolor facial asociado con trastornos del cráneo, cuello, ojos, oídos, nariz, senos, dientes, boca u otra estructura facial o craneal.
12. Neuralgia craneal.
13. Cefaleas no clasificables.

Dentro del apartado 11 Cefaleas o dolor facial asociado con trastornos de cráneo, ojos, oído, nariz, senos, dientes, boca u otra estructura facial o craneal:

- 11.1. Huesos craneales incluyendo la mandíbula:
 - 11.1.1 Trastornos congénitos o del desarrollo.
 - 11.1.1.1 Aplasia.
 - 11.1.1.2 Hipoplasia.
 - 11.1.1.3 Hiperplasia.
 - 11.1.1.4 Displasia.
 - 11.1.2 Trastornos adquiridos.
 - 11.1.2.1 Neoplasia.
 - 11.1.2.2 Fractura.
- 11.2. Cuello.
- 11.3. Ojos.
- 11.4. Oídos.
- 11.5. Nariz y senos.
- 11.6. Dientes y estructuras relacionadas.
- 11.7. Articulación temporomandibular (desarreglos internos).
 - 11.7.1 Alteraciones en la morfología ósea.
 - 11.7.2 Desplazamiento discal.
 - 11.7.2.1 Desplazamiento discal con reducción.
 - 11.7.2.2 Desplazamiento discal sin reducción.
 - 11.7.3 Dislocación mandibular.
 - 11.7.4 Trastornos inflamatorios.
 - 11.7.4.1 Sinovitis.
 - 11.7.4.2 Capsulitis.

11.7.5. Artritis.

11.7.5.1. Osteartrosis.

11.7.5.2 Osteoartritis.

11.7.5.3 Poliartritis.

11.7.6 Anquilosis.

11.7.6.1 Fibrosa.

11.7.6.2 Ósea.

11.8 Trastornos de la musculatura masticatoria.

11.8.1 Dolor miofacial.

11.8.2 Miositis.

11.8.3 Espasmo.

11.8.4 Contractura protectora.

11.8.5 Contractura Muscular.

11.8.6 Hipertrofia.

11.8.7. Neoplasias.

En este estudio seguimos los Criterios Diagnósticos para los Trastornos Temporomandibulares **CDI/TTM o RDC/TMD** según sus siglas en inglés (**Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders**) ⁽³⁵⁾, sistema de clasificación diagnóstica ya validado en estudios clínicos de TTM, y que representa una importante herramienta de investigación. Evalúa aspectos clínicos emocionales y socioeconómicos para la clasificación de diferentes trastornos.

Dworkin y Resche (1992) ⁽³⁵⁾ toman como base la clasificación de **Edmond L Truelove**, denominada Criterios Diagnósticos en la Investigación de los Trastornos Temporomandibulares que incluye por primera vez criterios diagnósticos definidos para cada categoría clínica y proponen una nueva clasificación a la que denominan Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (RDC/TMD) con la intención de establecer criterios estandarizados para la investigación basados en el conocimiento disponible de la patología de la ATM.

Es de suma importancia que los criterios utilizados por los examinadores sean calibrados (consistentes, homogéneos) a niveles aceptables de confiabilidad inter-examinador. ⁽²⁸⁾

Para el uso de dichos criterios se deben recopilar los datos de la historia y el examen clínico, utilizando cuestionarios, formularios o planillas, e indicaciones específicas que detallan en su trabajo.

Los criterios diagnósticos son propuestos tanto para la investigación clínica como epidemiológica.

El sistema dispone de dos ejes de clasificación. En el Eje I se detallan los aspectos clínicos de los desórdenes temporomandibulares (Eje Físico). Se incluyen tres grupos:

GRUPO I: Desórdenes musculares.

- I.a. Dolor miofascial.
- I.b. Dolor miofascial con limitación de apertura.

GRUPO II: Desplazamiento de Disco.

- II.a. Desplazamiento de Disco con reducción.
- II.b. Desplazamiento de disco sin reducción sin limitación de la apertura.
- II.c. Desplazamiento de disco sin reducción con limitación de apertura.

GRUPO III: Artralgia, artrosis, artritis.

- III.a. Artralgia.
- III.b. Osteoartritis de ATM.
- III.c. Osteoartrosis de ATM.

En el Eje II se recogen las discapacidades relacionadas con el dolor y el estado psicológico del paciente (Eje psicosocial). Los criterios de clasificación incluyen:

- Intensidad del dolor y grado de discapacidad (según la escala de graduación de la severidad del dolor crónico).
- Depresión (según el SLC-90R. Escala de Depresión y síntomas vegetativos).
- Limitaciones relacionadas con la función mandibular.

La inclusión del eje II constituye una aportación relevante ya que por primera vez los factores psicológicos se incluyen en el diagnóstico y se valoran mediante instrumentos fiables y reproducibles^(33, 37).

Schiffman y Cols (2014)^(51, 52) revisan el RDC-TMD y proponen unos nuevos algoritmos de diagnóstico del eje I y nuevos instrumentos para el eje II, creando el DC-TMD. El eje I incluye tanto un screening para detectar cualquier TMD relacionada con el dolor, así como criterios de diagnóstico válidos para diferenciar entre los relacionados con el dolor más común de TMD (sensibilidad $\geq 0,86$, especificidad $\geq 0,98$) y los de un trastorno intraarticular (sensibilidad de 0,80 y la especificidad de 0.97). El eje II provee al clínico de un método sencillo para determinar la intensidad del dolor, la ansiedad psicosocial, plan de tratamiento y pronóstico estimado^(32, 44-48, 53-55) . Sin embargo, este nuevo DC-TMD, aún no ha sido validado al castellano, por este motivo hemos utilizado el RDC-TMD⁽⁵⁶⁾.

4.1.4. Trastornos de los Músculos Masticatorios

En nuestro estudio nos vamos a centrar en la parte del **Eje I** (TTM musculares) del **RDC/TMD**. En este eje solo se contempla el dolor miofascial, dentro de los TTM de tipo muscular⁽⁵²⁾.

La etiología y fisiopatología del dolor muscular craneofacial no se conocen con suficiente detalle para permitir un tratamiento causal. Se han propuesto diversas hipótesis para explicar las relaciones causa-efecto, sin embargo, ninguna es concluyente⁽⁵⁷⁾ . La sobrecarga funcional de un músculo perfundido o la isquemia de un músculo que funciona normalmente podría ser la causa del dolor. Reflejos simpáticos y fusimotres pueden producir cambios en el aporte sanguíneo y el tono muscular. Además, a este último, diferentes estados emocionales y psicológicos le pueden alterar. Las neuronas que median el dolor del músculo esquelético son sometidas a fuertes influencias moduladoras. Sustancias endógenas (ej. bradiquinina, serotonina, prostaglandinas, neuropeptidos y sustancia P) pueden sensibilizar las terminaciones nociceptivas muy fácilmente. Las condiciones musculares dolorosas no solo conllevan a un incremento de la sensibilidad de los

nociceptores periféricos, sino que también producen una hiperexcitabilidad en el sistema nervioso central (SNC), que produce hiperalgesia o alodinia localizada (58)

- **Dolor miofascial:**

Es el trastorno de dolor miógeno regional más común, caracterizado por áreas locales de bandas de tejido muscular e hipersensible, llamadas puntos gatillo ^(32, 39, 59). Aunque el dolor ocurre de forma más común en la región alrededor del punto gatillo, puede referirse a áreas más distantes. Por este motivo, la disfunción de causa miógena no debe ser considerada como un problema exclusivamente local ⁽⁶⁰⁾. La región cervical, los hombros y musculatura de la zona, también deben ser evaluadas.

Frecuentemente, la duplicación de la reproducibilidad del dolor con la palpación específica de la zona sensible es el diagnóstico. Sin embargo, algunas estrategias diagnósticas también pueden ser de ayuda, como las inyecciones de anestesia local en el punto gatillo activo que reduce o elimina la sensibilidad ^(2, 24, 34, 40).

La etiopatogénesis del dolor miofascial es compleja y no se conoce totalmente. Recientemente, el interés se ha enfocado en la hiperalgesia debido a cambios en el SNC, incluyendo el sistema nervioso simpático, como mediador del dolor miofascial (32). Se ha demostrado que en tejido muscular humano, cerca de puntos gatillo activos, hay elevados niveles de serotonina, norepinefrina, bradiquinina, sustancia P, péptido relacionado con la calcitonina, TNF- α , IL-1 β . La presencia de estos mediadores del dolor podrían ser indicadores de sensibilización periférica y central así como de una actividad simpática incrementada.

La teoría ampliamente aceptada de que los músculos masticatorios en el paciente de TTM sufren hipertonicidad cuando están en reposo, y se fatigan fácilmente cuando se les exige esfuerzo ⁽⁶¹⁾, ha hecho que la capacidad para monitorizar la actividad muscular mediante Electromiografía de Superficie (EMG) en reposo y en función adquiera especial relevancia en el diagnóstico de dicha patología.

4.2. ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA TRANSCUTÁNEA (T.E.N.S.)

El empleo de la electricidad en el tratamiento del dolor ha sido desconocido durante muchos siglos, la mayoría de los avances en el empleo de la electroanalgesia se han realizado en los últimos 45 años, como consecuencia de los mecanismos de dolor.

La gran divulgación del empleo de la corriente TENS en los últimos años, se debe a que es un procedimiento de electroterapia de bajo coste, de carácter no invasivo con ausencia de efectos secundarios y sencillez en su utilización pudiendo ser utilizado en ámbito domiciliario. Además de poder ser utilizado como analgésico. Sin embargo, la falta de ensayos clínicos no controlados, la falta de seguimiento a largo plazo de los sujetos y la dificultad de hacer comparaciones con placebo, hace que no se haya llegado a un consenso y validez terapéutica-científica. Por ello, la complejidad del paciente que presenta dolor agudo y/o crónico, y la falta de un número suficiente de estudios impiden la identificación de una ventana terapéutica que permita solventar problemas específicos de dolor⁽¹³⁾.

4.2.1. Definición

El TENS proviene de las iniciales del acrónimo inglés “Transcutaneous Electrical Neutral Stimulation”, es decir, estimulación eléctrica nerviosa transcutánea.

El TENS consiste en la aplicación de estímulos sensitivos a través de electrodos sobre la piel, con el objetivo de estimular las fibras nerviosas gruesas A α mielínicas de conducción rápida. Esta activación desencadena, en el sistema nervioso central (SNC), la puesta en marcha de los sistemas analgésicos descendentes de carácter inhibitorio sobre la transmisión nociceptiva, vehiculizada por las fibras amielínicas de pequeño calibre, y de esta forma se obtiene una reducción o inhibición del dolor^(62, 63). Es decir, realizar una estimulación sensitiva diferencial, por vía transcutánea, de fibras nerviosas propioceptivas táctiles, de gran velocidad de conducción con la mínima respuesta de las fibras nerviosas nociceptivas, de conducción lenta y de las fibras motoras eferentes^(62, 64).

Esta técnica consiste en la aplicación de una corriente eléctrica empleada para el control de dolor de cualquiera de sus modalidades, tanto agudo como crónico, ya sea de origen cutáneo, somático profundo, visceral, localizado, irradiado o referido.

4.2.2. Recuerdo histórico

Una de las técnicas más antiguas y eficaces utilizadas en la fisioterapia es la estimulación eléctrica. Desde la antigua técnica griega de las anguilas colocadas en el baño de pie, pasando por las orientaciones de **Benjamin Franklin** para el hombro congelado de su vecino, utilizando baterías rudimentarias como fuente de potencial ⁽⁶⁵⁾ .

A partir del descubrimiento en 1900 de la pila por **Volta**, **Duchenne de Bologne** elabora una amplia monografía de electroterapia, sirviendo sus bases para lo que después sería la electroterapia quirúrgica. Emplea y aplica corrientes farádicas en casos de parálisis y cualquier dolor (neurálgico, ciático, reumático, etc). Por todo esto, debemos considerar a **Duchenne** como gran precursor y padre de la electroterapia ⁽⁶⁶⁾ .

Garrat elabora una máquina electromagnética (batería con interruptor, bobina inductora y dos electrodos), precursora de los aparatos de TENS actuales, para conseguir alivio del dolor pero comprueba que es transitorio.

La investigación científica de la estimulación eléctrica comenzó en la década de los sesenta del pasado siglo y partía de la base del trabajo de transmisión del dolor realizados por **Mendell**, **Melzack** y **Wall** entre los años 1964 y 1965, con su conocida teoría sobre la puerta de control espinal o “GATE CONTROL THEORY” (**Mendel** y **Wall**, 1964 ⁽⁶⁷⁾ ; **Melzack** y **Wall**, 1965 ⁽⁶⁸⁾ ; **Wall** y **Sweet**, 1967). El desarrollo de la TENS está basado directamente en el trabajo innovador de estos autores sobre la teoría de la puerta de control espinal y la modulación del dolor ⁽⁶⁹⁾ .

Los primeros ensayos relacionados con esta novedosa teoría, fueron realizados con el fin de valorar la capacidad analgésica de un estimulador implantado de forma percutánea en zonas tan variadas como el área cerebral, la médula espinal o los

nervios periféricos ⁽⁷⁰⁾ . Los malos resultados obtenidos en este ensayo experimental, decidieron dirigir los ensayos hacia la capacidad analgésica de la corriente aplicada de forma transcutánea, ya que existía un mayor acoplamiento, menos efectos secundarios ⁽⁷¹⁻⁷³⁾ .

Investigaciones, como las de **Anderson** et al (1976) ⁽⁷⁴⁾ y **Wall** y **Devor** (1981) ⁽⁷⁵⁾, acerca de los cambios patológicos que ocurren en los nervios después de lesionarse llevaron a la justificación científica de la aplicación de impulsos eléctricos en los nervios lesionados para modificar sus respuestas anormales.

También **MeyLer** y **Fields** (1972) ⁽⁷⁶⁾ fueron los primeros investigadores en exponer el uso clínico de la TENS (como la conocemos hoy en día) para el alivio del dolor crónico.

En 1975, **Jankelson** ^(77, 78) comenzó los estudios concernientes a la aplicación de electroterapia para el tratamiento de las alteraciones temporomandibulares y desarrolla un instrumento (Myo-Monitor) para uso específico en Odontología.

Posteriormente, los trabajos de **Sjölund** y **Eriksson** (1979) ⁽⁷⁹⁻⁸¹⁾ y **Ludebert** (1983, 1984) ⁽⁸²⁾, ratificaron la concordancia de dicha teoría con otras formas de estimulación periférica, como las vibraciones, que eran muy eficaces en la disminución del dolor.

En un período posterior, desde la década de los noventa del pasado siglo hasta el momento actual, se ha producido un incremento importante en el número de publicaciones que tratan, en una doble vertiente, sobre la investigación clínica y sobre los estudios experimentales de la corriente TENS ⁽⁸³⁾ .

La amplia variedad de aparatos estimuladores tiene una finalidad única simple: la estimulación de los tejidos para obtener respuestas terapéuticas. Al igual que los nervios se estimulan para producir analgesia o aumentar su movimiento latente, los músculos de igual manera se relajan o estimulan. De esta premisa surge la doble función del TENS: efecto antiálgico y de relajación muscular.

4.2.3. Fisiología nerviosa

4.2.3.1. Mecanismos de modulación nociceptiva

A pesar de que hay múltiples descripciones de dolor. La descripción más aceptada es la realizada por la International Association for the Study of Pain (IASP), quien lo define como una sensación subjetiva multidimensional que determina una experiencia desagradable, sensitiva y emocional, asociada a una lesión tisular actual, potencial o relacionada con la misma, con infinitas interpretaciones ⁽⁵⁸⁾ .

Por otro lado, aunque relacionado con esta definición, encontramos muy apropiada la clasificación de **Melzack** y **Wall** (1965) ⁽⁶⁸⁾ sobre los niveles de modulación nociceptiva. Según estos autores, este proceso consiste en una integración compleja de los estímulos nocivos, rasgos afectivos y factores cognitivos que se desarrolla dentro de una gran estructura anatómica y que a su vez consta, básicamente, de cuatro mecanismos de modulación nociceptiva dispuestos en varios niveles (periférico, medular, supraespinal y cortical), y que a su vez coinciden con los procesos de la nocicepción (transducción, transmisión, modulación y percepción).

De esta manera el proceso de nocicepción podría tener las siguientes vías ^(84, 85):

1. Cuando un estímulo es intenso, en la misma proporción aumenta la frecuencia de impulsos que serán conducidos por el nervio correspondiente, vía medular hasta centros nerviosos del tronco cerebral y corteza.

2. Un estímulo cualquiera aplicado desde el exterior puede producir sensación que es percibida según los siguientes niveles:

- subliminal, no se siente
- supraliminal (normal).
- fuerte o molesta con alteración de la sensación normal.
- dolorosa con distintas intensidades de dolor por saturación.

3. Unos receptores tienen la propiedad de acomodarse rápidamente al estímulo aplicado, generan su tren de impulsos más o menos corto y pasan al estado de

reposo. Mientras que otros una vez recibido el estímulo, no se acomodan y siguen generando impulsos que son conducidos hacia la corteza (nociceptores).

4. Para recibir la sensación de dolor, los impulsos generados tienen que ser conducidos hasta la corteza cerebral.

5. Cuando existe un ambiente metabólico normal, los estímulos moderados se perciben como estímulos nerviosos. Pero si estos se hallan en un ambiente metabólico alterado, estos estímulos se percibirán como dolorosos, en relación directa con el grado de alteración metabólica.

- RECEPTORES ⁽⁶³⁾

Neurorreceptores:

Existen varias clasificaciones atendiendo a su función, forma, tamaño, densidad o abundancia en una zona determinada y por su especialización o comportamiento fisiológico.

Fundamentalmente los neurorreceptores se dividen en tres grupos:

1. Exterorreceptores

Son los más conocidos, relacionan al ser humano con el medio que le rodea. Su función es transmitir rápidamente al sistema nervioso central las sensaciones de tacto, temperatura, olores, visión, etc.

Incluyen los receptores del dolor, nociceptores (terminaciones nerviosas libres), temperatura (corpúsculos de **Ruffini**, calor y bulbo terminal de **Krause**, frío), tacto (corpúsculos de **Meissner**).

En su origen, no tienen la función de detectar dolores a no ser que superemos el umbral sensitivo, produciendo un estímulo nervioso que se convertirá en dolor o que estas terminaciones se vean envueltas por un ambiente metabólico alterado que las convierte en hipersensibles. Se basan en la teoría del Gate Control.

2. Interorreceptores

Son terminaciones que informan al sistema nervioso simpático y parasimpático del estado, función y niveles metabólicos de los tejidos, vísceras y órganos internos.

Para tratar este tipo de dolores, sería a través de la acupuntura.

3. Propioceptores

Denominados corpúsculos de **Paccini**. Se localizan en cápsulas articulares, fascias, tendones, mucosa para informar en todo momento de la tensión y posición de los órganos, miembros, presiones de líquidos, relación con el espacio, etc.

Las terminaciones nociceptoras, se encuentran como terminaciones nerviosas libres que se unen a fibras tipo C, siendo sensibles a otras formas fundamentales de estímulo:

- Nociceptores mecanosensibles.
- Nociceptores termosensibles (comienzan a estimularse a 15° para el frío y a 45° para el dolor).
- Nociceptores quimiosensibles.

Respondiendo respectivamente al estímulo provenga de una deformación de tejidos, de aumento o disminución de temperatura que superen los umbrales dolorosos y/o que se sientan agredidos por sustancias químicas, de las cuales citaremos, por ser propias del metabolismo orgánico: bradiquinina, serotonina, prostaglandina, histamina, acetilcolina, iones potasio, enzimas proteolíticas, radicales libres.

4.2.3.2. Conducción del dolor y vías de transmisión

A *nivel periférico*, las neuronas aferentes de primer orden se encargan de responder ante estímulos procedentes de estructuras como la piel, el músculo y las vísceras, transmitiendo una señal eléctrica que se propaga hasta el siguiente nivel,

localizado en la médula. El amplio conjunto de neuronas de primer orden se divide en función de su velocidad de conducción, diámetro y capacidad de activación ante las diferentes sensaciones, nociceptivas o mecanoceptivas.

1. En primer lugar, en respuesta a sensaciones no dolorosas como el tacto, la vibración, la posición y la velocidad articular, se encuentran las fibras aferentes mielinizadas de tipo A β (grupo II), de gran diámetro y elevada velocidad de conducción, entre 30 y 90 m/s. Constituyen la vía *lemniscal*, que tiene como punto de partida receptores especializados procedentes de las cápsulas articulares y tegumentos.

2. En segundo lugar, las fibras mielinizadas y con un diámetro menor, encontramos las fibras tipo A δ , también conocidas como fibras de tipo III, con velocidades de conducción entre 5 y 30 m/s que se subdividen en varios tipos según la especificidad de respuesta ante estímulos térmicos y mecánicos nocivos ⁽⁸⁶⁾. Estas fibras conforman las conocidas como vías de *dolor primario*. Este tipo de dolor, de sensación intensa, aguda y localizada, es la responsable de la respuesta de retirada o huida producida de forma involuntaria como reacción de defensa ante una agresión.

Estos dos tipos de fibras se caracterizan por presentar los denominados nódulos de **Ranvier**, que son interrupciones que ocurren a intervalos regulares a lo largo de la longitud del axón en la vaina de mielina que la envuelve. Cuando se realiza la despolarización, permiten que el impulso nervioso se traslade con mayor velocidad.

3. Finalmente nos encontramos con las fibras tipo C, también conocidas como tipo IV, caracterizadas por una estructura fina y amielínica que conduce potenciales de acción con una muy baja velocidad de conducción, entre 0,5 y 4 m/s, y con un tipo de respuesta polimodal pues son capaces de activarse ante estímulos nocivos térmicos, mecánicos y químicos. En cambio este tipo de fibras se relacionan con el llamado *dolor secundario*, de carácter tardío, sordo, difuso y duradero. Este tipo de dolor es el responsable de la puesta en marcha de mecanismos de reparación de la lesión, lo que provoca sensación nociceptiva y liberación de mediadores químicos, tanto por las células lesionadas como por las terminaciones nerviosas activadas. Estas sustancias químicas (bradicinina, ácido araquidónico, sustancia P, histamina,

5-hidroxitriptamina (5HT) y prostaglandina, entre otras) son capaces de activar las terminaciones nerviosas libres, de iniciar el proceso inflamatorio e incluso de provocar un proceso de sensibilización periférica o central. Este dolor es de tipo central, afecta a las neuronas del asta posterior de la médula espinal, concretamente a las células de transmisión o células T.

Las fibras A δ y C constituyen la vía *extralemniscal*, que tienen como punto de partida los receptores sensibles a estímulos térmicos (corpúsculos de **Krause** y **Ruffini**)⁽⁸⁴⁾.

		<i>Fibras eferentes sensoriales y motoras</i>	<i>Fibras aferentes sensoriales</i>	<i>Diámetro de la fibra (micras)</i>	<i>Velocidad de conducción (m/s)</i>
<i>Características</i>	<i>Categoría</i>				
<i>Mielínica</i>	Gruesa	A α	Ia	13-22	70-120
<i>Mielínica</i>	Gruesa	A α	Ib	13-22	70-120
<i>Mielínica</i>	Gruesa	A β	II	8-13	40-70
<i>Mielínica</i>	Gruesa	A γ		4-8	15-40
<i>Mielínica</i>	Delgada	A δ	III	1-4	5-15
<i>Mielínica</i>	Delgada	B		1-3	3-24
<i>Amielínica</i>	Delgada	C	IV	0,2-1	0,2-2

Tabla nº 1. Clasificación de las fibras nerviosas y sus características

Una consecuencia del proceso de sensibilización es el conjunto de respuestas que se pueden dar: un incremento de la sensibilidad de las fibras tipo C debido a una estimulación prolongada; una disminución del umbral del dolor; o una respuesta aumentada y mantenida a la estimulación. La alteración sensitiva de las fibras T provoca una alteración en la respuesta derivada de las aferencias mecanosensitivas A δ y una señal nociceptiva. Estas alteraciones reciben el nombre de alodinia, en el caso de la aparición de dolor debido a un estímulo que generalmente no provoca una señal nociceptiva; e hiperalgesia, en el caso de una respuesta aumentada a un estímulo no doloroso⁽⁵⁸⁾.

En un segundo nivel, *nivel medular*, la señal eléctrica generada por los diferentes neurorreceptores (neuronas aferentes de primer orden) se transmite hasta las neuronas de aferentes de segundo orden que se encuentran en el asta posterior de la médula. Es en esta área donde confluyen la información procedente de cuatro

vías nerviosas distintas: las vías periféricas, las interneuronas medulares, las neuronas secundarias que forman las vías ascendentes; y la información derivada de las vías descendentes. Este conjunto de neuronas medulares se clasifican en dos grupos (células T y neuronas nociceptivas) atendiendo a sus características funcionales, y están directamente relacionadas con la activación de mecanismos que justifican las principales teorías sobre las que se fundamenta la electroanalgesia ⁽⁸⁷⁾ .

Las células T (wide dynamic range) son las que tienen gran capacidad de respuesta ante señales con un amplio rango de frecuencias. Estas cruzan la línea media de la médula para formar las vías espinotalámicas y espinorreticular contralaterales. Las terminaciones nerviosas de estas se encuentran en la zona marginal de la sustancia gris conocida como sustancia gelatinosa.

Las neuronas nociceptivas, situadas en la lámina I, conforma una parte especial de la vía espinotalámica y responde a estímulos nociceptivos de elevada intensidad de fibras Ad y C.

Las vías ascendentes espinotalámica y espinorreticular son las encargadas de conectar el segundo nivel, medular, con el *supraespinal*, que está constituido por el tronco encefálico y el tálamo.

Las neuronas de 2º orden realizan sinapsis a nivel del tálamo con las neuronas de tercer orden, desde donde se proyecta hacia la corteza.

Es importante tener en cuenta la relación existente entre los tractos ascendentes y la transmisión de los estímulos que provocan dolor ⁽⁶²⁾. Así pues:

- Dolor primario: Conducido por las fibras Ad, es interpretado en menor tiempo, debido a que es transmitido hacia la corteza por vía espinotalámica lateral, que se proyecta hacia el tálamo y posteriormente a la corteza sin establecer sinapsis con la formación reticular del tronco cerebral con el fin de favorecer una respuesta refleja de retirada.

- Dolor secundario: es de tipo lento, conducido por las fibras C, transmitido a la corteza cerebral por la vía espinotalámica anterior que se relaciona con la formación reticular del tronco cerebral con el fin de ofrecer una proyección mucho más concisa

del dolor provocado y de activar respuestas del dolor más lenta que persiguen la reparación de los tejidos.

El cuarto y último nivel, *cortical*, está formado por el área somatosensorial y lóbulo frontal, zona hacia donde debe dirigirse los impulsos generados por la sensación de dolor para que sea percibida e interpretada en relación con la intensidad, evaluación y localización.

4.2.4. Bases teóricas en las que se apoya el TENS

Subrayamos la importancia de las teorías siguientes:

4.2.4.1. Teoría del “Gate Control”

Esta teoría es conocida también por la Teoría de la Puerta de Control Espinal y Modulación del Dolor (Melzack y Wall) o Teoría de la Inhibición Presináptica ^(68, 88-91). Esta teoría demostró que la aplicación de cualquier estímulo producido de manera continuada, repetida y con capacidad para sobresaturar la transmisión de impulsos en las aferencias de tipo A β , fibras periféricas mielinizadas de gran diámetro y velocidad, capaces de provocar una inhibición de la información nociceptiva que es transmitida por vías de menor diámetro (fibras Ad y C), caracterizadas por una conducción más lenta y que confluyen en el segmento posterior de la médula espinal, la sustancia gelatinosa, que contiene células especializadas implicadas en la transmisión nerviosa, denominadas células T. En este nivel se produce una inhibición sináptica que se identifica con el cierre de control espinal, conocido como segundo nivel. De esta manera se reduce o anula la transmisión de la información nociceptiva hacia los centros superiores, donde el dolor se hace consciente.

Las fibras C (delgadas) ofrecen una velocidad de transmisión que es considerablemente más lenta que las fibras A, de este modo, la señal a lo largo de las fibras A habitualmente alcanza el cerebro antes que la transmisión por las fibras C.

Si consideramos a la célula T como una puerta a través de la cual deben pasar estas señales, es lógico pensar que una sobrecarga de transmisión por las fibras A

puede bloquear la llegada de la transmisión por las fibras lentas C, que llevan al cerebro la señal de dolor. De esta forma, una señal de dolor podría bloquearse de forma eficaz mediante el mecanismo de puerta en el interior de la célula T. El dolor, por lo tanto, disminuiría y/o se bloquearía por completo en el paciente.

La vía de acceso del TENS al SNC la proporcionan las fibras gruesas y mielinizadas A β . Estas fibras de conducción rápida son altamente sensibles a la estimulación eléctrica y conducen el impulso eléctrico rápidamente hacia la médula espinal y estas son capaces de inhibir la sinapsis de la segunda neurona mediante las células SG. En consecuencia, la estimulación con la TENS de las fibras aferentes puede proporcionar un mecanismo para mantener la puerta cerrada ante estímulos dolorosos.

Los circuitos nerviosos inhibidores mediados por las fibras A β están dispuestos de forma segmental, por lo que es necesaria una estimulación del segmento medular de baja intensidad.

Los investigadores han demostrado que las fibras A responden en mayor grado de lo que lo hacen las otras fibras a la llegada fásica, es decir, las formas de onda que no se sienten en el organismo como continuas, y que generalmente contienen múltiples fases de modo positivo/negativo.

Por el contrario, las fibras C aparentemente reaccionan mejor a las formas de ondas continuas, o a las que se sienten en el organismo como continuas, como podría ser una corriente alterna de frecuencia elevada debido a que, al ser demasiado alta su frecuencia, el organismo no puede distinguir estímulos individuales, por lo que la siente como una corriente continua.

Cuanto más cercana se coloque el TENS a la zona dañada, mayor será la probabilidad de inhibir de forma apropiada los estímulos nocivos que emanan de ella.

El umbral de estimulación aceptada para los sistemas humanos normales es aproximadamente 30 a 50 Hz. En consecuencia, los fisioterapeutas son capaces de estimular las fibras A sin alterar las fibras C, lo cual ha llevado al desarrollo de los procedimientos de la TENS.

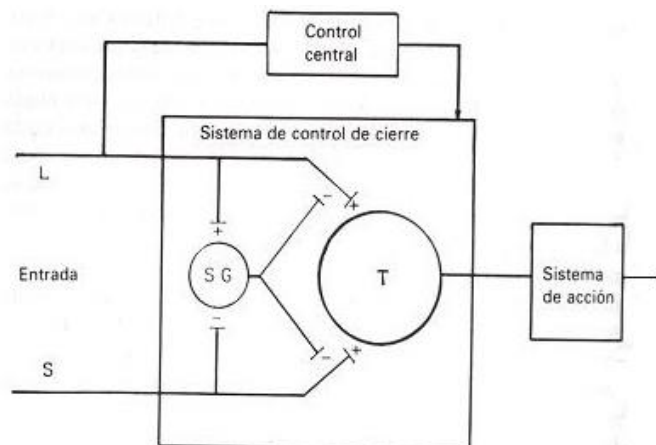


Figura nº 1. Esquema del mecanismo de acción de la teoría del "Gate Control"

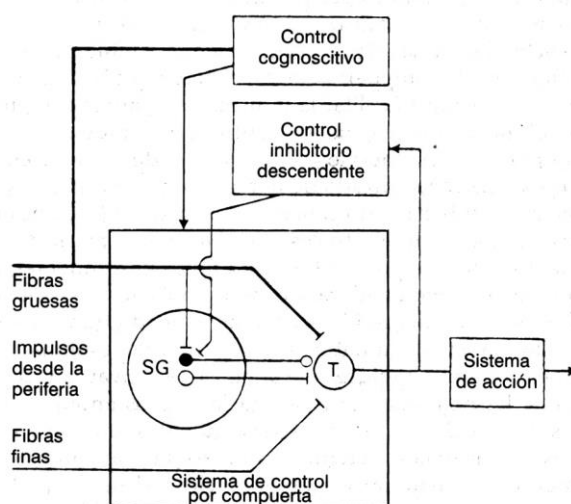


Figura nº 2. Esquema de la teoría del dolor por compuerta II. El nuevo modelo incluye vínculos excitatorios (círculo blanco) e inhibitorios (círculo negro) desde la sustancia gelatinosa (SG) hacia las élulas que intervienen en la transmisión (T), así como el modelo inhibitorio desceentente desde los centros del tallo encefálico.

4.2.4.2. Teoría de la Liberación de Endorfinas

A pesar de la gran aceptación de la teoría del Gate Control, se vio que algunos efectos como el efecto analgésico obtenido en zonas alejadas del foco de activación y la duración del efecto analgésico una vez que cesa la estimulación eléctrica, no podían ser justificados con esta teoría. Pero la prueba definitiva se descubrió cuando se observó que tras la administración de naloxona, un antagonista mórfico, que producía abolición de analgesia ^(92, 93). Esto puso de manifiesto la existencia inherente de un sistema antinociceptivo endógeno que habitualmente modula el dolor. Como el mecanismo inhibitor descendente del tronco cerebral, este sistema endógeno probablemente sirve para otras importantes funciones del cuerpo ⁽⁹⁴⁾.

Como sabemos, el cuerpo produce endorfinas; esto es una molécula pseudoendorfínica que sirve como analgésico endógeno siempre que el organismo siente dolor. Las concentraciones sanguíneas de esta sustancia aumentan con las señales de llegada al cerebro que indican la presencia de dolor.

El uso de la TENS de baja frecuencia y amplitud elevada, permite estimular el SNC hasta la liberación de opiáceos endógenos, lo que da como resultado un efecto analgésico. La investigación con la TENS refiere que la producción de endorfinas puede aumentar con la estimulación eléctrica, produciendo una reacción pseudolorosa sobre las células que producen la endorfina. La estimulación no tiene por qué ser dolorosa para producir este efecto. Así, **Eriksson** y colaboradores (1979) ⁽⁹⁴⁾, y **Salar** y colaboradores (1981) ⁽⁹⁵⁾ demostraron un incremento de los péptidos opiáceos en el líquido cefalorraquídeo (LCR) lumbar como consecuencia de la estimulación nerviosa transcutánea.

Esta teoría se basa, por un lado, en que el dolor crónico se asocia con una hiperactividad del sistema de endorfinas del sujeto o de un consumo aumentado de dichas endorfinas liberadas. Por otro lado, los cambios anormales, que tienen lugar en el SNC pueden ser consecuencia de las transformaciones periféricas, y que ambos sistemas se hagan autónomos para apoyar el círculo vicioso del dolor. Por lo tanto, es esencial comprender el papel que desempeña el SNC y el sistema nervioso periférico para tratar con éxito el dolor crónico ⁽⁷⁹⁾.

Según **Sjölund y Eriksson** (1979)⁽⁹⁴⁾, las endorfinas se liberan sólo empleando una frecuencia de trenes de impulsos de 2 a 5 Hz, con una frecuencia básica de 100Hz, y 10 impulsos por tren. Al aplicarse la TENS por trenes de impulsos la amplitud de corriente se ajusta de tal manera que se producen contracciones musculares locales y agradables, por debajo del umbral de tolerancia.

El dolor agudo causa la liberación de endógenos opioides al líquido cefalorraquídeo y al torrente sanguíneo. La acción de la encefalina es muy corta, dura sólo unos pocos segundos. La acción de la beta-endorfina en el torrente sanguíneo se retrasa algunos minutos y dura un periodo más largo. Aunque estas acciones sin duda tienen cierto efecto modulador en la experiencia dolorosa, un efecto clínico analgésico requiere una repetición lenta pero intermitente de la entrada del dolor a una frecuencia de 1 a 3 Hz. La continuidad de la entrada con frecuencia anula el efecto antinociceptivo. La acción de las endorfinas es parcialmente, si no completamente, detenida por la naloxona, un antagonista de la morfina. Por tanto se presume que cualquier acción moduladora que sea significativamente inhibida o detenida por la naloxona implica el sistema antinociceptivo endógeno. Se sabe que la encefalina inhibe la actividad de las neuronas de proyección talámica en las zonas postsinápticas. Ward y cols observaron que la serotonina tiene un papel sólo en la modulación del dolor crónico, mientras que la beta-endorfina tiene un papel únicamente en la modulación del dolor agudo⁽⁸⁰⁾.

4.2.5. Parámetros de estimulación, manejo y control de la polaridad

4.2.5.1. Parámetros

- **Frecuencia del estímulo:** normalmente cada aparato de TENS viene ya ajustado a una determinada frecuencia. Son los de baja frecuencia (<10 Hz) los que habitualmente se emplean para conseguir relajación muscular⁽⁷⁸⁾.
- **Control de corriente:** es una prestación muy necesaria en todos los aparatos de TENS. El efecto biológico que perseguimos depende de la intensidad aplicada. En base a la ley de OHM este cambio continuo de

resistencia puede alterar la intensidad del estímulo, debido a la circulación hemolinfática del cuerpo humano, a menos que los aparatos dispongan de un sistema de control de corriente. Este sistema es capaz de ir adaptando instantáneamente el voltaje a las variaciones de resistencia del cuerpo humano, manteniendo el estímulo adecuado.

▪ **Forma de la onda:** La forma de onda más común en los procedimientos de electroterapia es una onda rectangular, equilibrada, asimétrica y bifásica con valor galvánico medio igual a cero ⁽⁹⁶⁾. Es decir, el área debajo de la onda positiva es igual al área debajo de la onda negativa. En consecuencia, no se producen efectos polares netos, con lo cual se evita la acumulación a largo plazo, de concentraciones de iones positivos-negativos debajo de cada electrodo, o en el interior del tejido, eliminando de esta forma las reacciones dermatológicas adversas la causa de concentraciones polares.

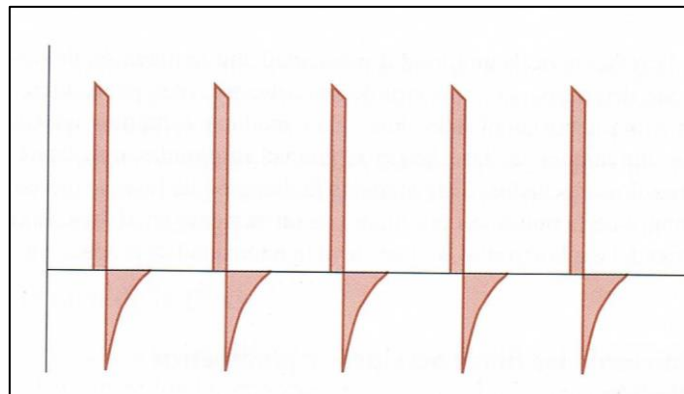


Figura nº 3. Esquema de onda bifásica asimétrica con componente galvánico medio igual a cero

▪ **Intervalo entre impulsos y estímulos adecuados:** La duración del impulso elegido para el comienzo del tratamiento suele ser breve ⁽⁹⁷⁾, y oscila entre 60 y 150 μ s (0,06 y 0,15 ms). Esta duración de fase del impulso rectangular bifásico asimétrico permite conseguir una estimulación eficaz de las fibras nerviosas gruesas aferentes, provocando de esta manera una

disminución máxima del dolor. Nunca deben sobrepasar duraciones de fase superiores a 0,2 ms o a 200 μ s⁽⁶²⁾.

Cuando se realiza una curva I/t de los nervios, se demuestra que con duraciones de fase tan cortas pueden emplearse un rango de intensidad relativamente amplio sin estimular las fibras C⁽⁹⁷⁾.

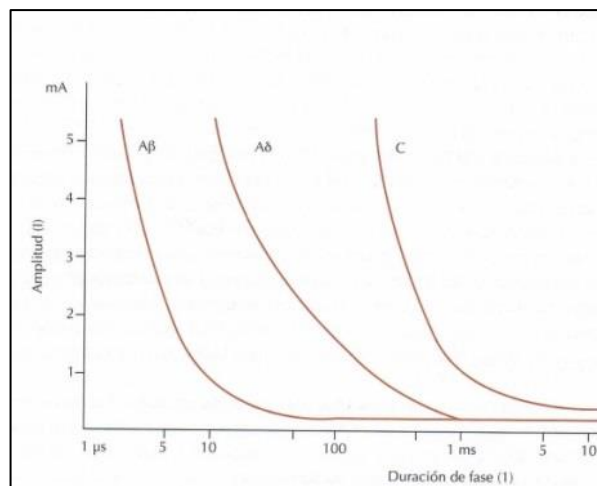


Figura nº 4. Esquema de curva I/t de diversos tipos de nervios

Como describen **Ottoson** y **Lundebert** (1988), la mayoría de los nervios son mixtos en su composición, con la combinación de fibras motoras y sensoriales. En consecuencia, cuando se aplica un estímulo eléctrico sobre un nervio mixto, las características individuales de los componentes de la fibra determinarán que fibras son estimuladas⁽⁹⁸⁾.

Las características particulares de los diferentes tipos de fibras nerviosas sirven para determinar los parámetros de estimulación requeridos, con el objetivo de proveer un estímulo adecuado y para iniciar un potencial de acción en la respectiva fibra nerviosa.

La resistencia longitudinal interior de una fibra nerviosa para el flujo de corriente eléctrica varía de forma inversa respecto a su diámetro. Así pues, las fibras de gran diámetro, grupo II (fibras A β) tienen un bajo umbral de activación en el que se

requieren bajas intensidades para despolarizar el potencial de reposo de la membrana. Por ello, la velocidad de conducción de las fibras del grupo II es relativamente rápida y, por tanto, tiene períodos refractarios cortos. Se ha observado que una amplitud de las frecuencias altas es más efectiva para la estimulación de estas fibras nerviosas.

En una curva intensidad-tiempo, las fibras nerviosas aferentes A β pueden ser reclutadas por impulsos de baja amplitud (10 a 30 m A), alta frecuencia (80 a 110 Hz) y corta duración de fase (de 50 a 80 μ s). Se requiere una duración de pulso corto para la activación selectiva de estas fibras (fibras AB grupo II).

Por el contrario, las fibras del grupo III (fibras A δ) y del grupo IV (fibras C) tienen una velocidad de conducción relativamente lenta y poseen unos períodos refractarios largos. Las fibras nerviosas aferentes A δ pueden ser reclutadas por impulsos de amplitud superior (25 a 60 m A) frecuencias inferiores (50 a 80 Hz) y duración de fase largas (150 μ s). Estas fibras tienen unos valores de umbral de excitación alto debido a su pequeño diámetro y, por lo tanto, se requieren altas intensidades de estímulo para la activación.

4.2.5.2. Manejo y control de la polaridad

El efecto galvánico neto del impulso rectangular bifásico asimétrico es cero. Sin embargo, puede afirmarse que el cátodo (-) es el electrodo más estimulante, que proporciona mayor efecto, y el ánodo (+) es el menos estimulante. Por lo tanto, el cátodo (-) se aplica en la zona en la que se busca la máxima efectividad. Según el tipo de aplicación, los electrodos se colocan longitudinal o transversalmente alineados⁽⁹⁹⁾.

El procedimiento de aplicación consiste:

1. Antes de encender el aparato, se le explica al paciente cómo funciona el aparato y qué sensación le producirá la estimulación, subrayando que es leve y no puede hacerle daño, porque a muchos pacientes les asusta la expresión “corriente eléctrica” sobretodo, si sienten aprensión por la electricidad.

2. Posteriormente, con todos los mandos puestos a cero, se enciende el aparato y se va aumentando de manera progresiva la amplitud o intensidad de la corriente hasta que el paciente perciba una sensación de pulsación o zumbido leve.

3. A continuación se debe escanear la frecuencia de pulsaciones de mínimo a máximo. Entonces se varía la intensidad hasta encontrar el nivel más confortable y más eficaz para aliviar su dolor.

4. A menudo el paciente deja de percibir estímulos eléctricos al cabo de unos minutos y es necesario incrementar la intensidad hasta que vuelva a notar zumbido. Hay que reforzar en el paciente el principio de que el estímulo no tiene que ser fuerte para ser eficaz, y que no debe ser ni demasiado fuerte ni doloroso.

5. Como ya se ha descrito, aumentar la anchura o duración de la pulsación puede incrementar la percepción del estímulo. Sin embargo, esto puede estimular a algunas fibras motoras provocando un efecto no necesario. Por lo tanto, nunca debemos de sobrepasar los 200 μ s de duración de fase.

4.2.6. Formas de Estimulación Eléctrica

La terapia de TENS es utilizada para reducir la hiperactividad común en los TTM. Con la musculatura relajada, la mandíbula asume una posición en la cual habrá una actividad mínima eléctrica postural de los músculos antagonistas (elevadores y depresores) ⁽¹⁰⁰⁾.

La neuroestimulación puede realizarse por aplicación directa de electrodos al SNC, a los centros superiores, la médula espinal, o de forma transcutánea, TENS, modalidad que está aplicada a nuestro campo de la Odontología.

Los parámetros escogidos para la técnica de electroestimulación determinan el tipo de fibras nerviosas que son estimuladas y, por tanto, los mecanismos principales de acción analgésica de acuerdo con las teorías.

Los TENS realizan una estimulación nerviosa, mediante la transmisión de impulsos eléctricos de baja intensidad y corta duración. Esta intensidad es regulable y según la frecuencia se puede dividir:

TENS de alta frecuencia: ≥ 50 Hz

TENS de baja frecuencia: <10 Hz

4.2.6.1. TENS convencional o de frecuencia elevada y baja intensidad

Esta modalidad se emplea frecuentemente con fines anestésicos, ya que consiguen un efecto analgésico rápido de la zona a tratar y de corta duración, que generalmente no excede su tiempo de aplicación.

Se puede utilizar para eliminar temporalmente dolores crónicos articulares y musculares muy localizados. Sin embargo, no resulta útil cuando el dolor es difuso o es de origen psicógeno.

Existe gran tolerancia del paciente y la rapidez en la aparición de efecto analgésico. Este tipo de estimulación, basada en el efecto analgésico derivado de la teoría del GATE CONTROL THEORY (**Melzack y Wall**) ⁽⁶⁸⁾, persigue la sobreestimulación selectiva de las fibras rápidas mielinizadas de tipo A β , responsables de estímulos derivados de la presión, el tacto y la vibración por medio de potenciales de acción provocados por estímulos eléctricos de frecuencia elevada con el fin de inhibir la transmisión nociceptiva de las fibras de tipo Ad y C.

Una estimulación con TENS de alta frecuencia durante 20-30 minutos produce un efecto analgésico localizado transitorio que se alcanza desde los 10-20 minutos primeros al inicio de la estimulación, y cuya duración generalmente no supera el tiempo de estimulación.

La utilización de una baja intensidad se justifica porque las fibras A β se caracterizan por poseer un umbral de despolarización menor que las fibras de tipo

Ad y C. Por lo tanto, con la subida progresiva de la amplitud provocaremos la despolarización de estas de forma previa, asegurando el efecto perseguido.

Si la intensidad aumenta por encima de los valores definidos posiblemente provoquemos la despolarización de las vías nociceptivas, caracterizadas por su menor diámetro y umbral de activación elevado. Consecuentemente el paciente pasará de percibir una sensación de hormigueo confortable a una sensación ligeramente incómoda, que puede llegar a superar el umbral motor para convertirse en una sensación inicialmente molesta y finalmente dolorosa, en función de las variables de amplitud y duración de impulso empleadas. La duración del impulso aconsejada se establece en un amplio rango de valores, según los autores son partidarios del empleo de duraciones de impulso más elevadas. Por este motivo, duraciones de impulso menores de 200 microsg se consideran válidas para estimular los nervios motores y sensitivos sin activar las fibras delgadas nociceptivas de tipo C⁽⁹⁷⁾.

Teniendo en cuenta la premisa de utilización de una alta intensidad para que la estimulación tenga efecto analgésico adecuado, este valor debe ser ajustado al límite, justo por debajo del umbral de despolarización motora y de las fibras nociceptivas^(101, 102). La frecuencia de emisión de los impulsos se establece entre los 10 y los 200 Hz, ya que las fibras de transmisión rápida, de gran diámetro, debido a su corto tiempo de repolarización pueden despolarizarse de forma eficaz ante estímulos de frecuencias bastante elevadas⁽⁷³⁾.

Respecto a la duración de la sesión, no existe límite de tiempo ni contraindicaciones para una estimulación prolongada. Su uso puede ser mantenido durante horas, aunque bien es cierto que la acomodación sensitiva, a pesar de los programas de modulación, es mayor a medida que avanza la estimulación eléctrica⁽⁹⁹⁾. Este hecho determina el cese de la estimulación y el planteamiento de reiniciar la técnica eléctrica, si aún persiste dolor, al cabo de un mínimo de 4 -6 h de descanso.

Finalmente, las indicaciones principales vienen determinadas por la rápida respuesta analgésica producida por la rápida respuesta analgésica producida por lo

que se aconseja esta modalidad como técnica de elección inicial ante cualquier tipo de dolor, especialmente de tipo agudo o posquirúrgico.

4.2.6.2. TENS de baja frecuencia y de alta intensidad

Se trata de la modalidad que cuenta con un mayor número de términos empleados en alusión a su empleo. Es también conocida como TENS de liberación de endorfinas, acupuncture like TENS (AL-TENS), low rate (TENS de baja frecuencia y elevada intensidad, precisamente por sus característicos parámetros de estimulación eléctrica. Este tipo de estimulación, basada en la teoría de la liberación de opioides endógenos (encefalinas y endorfinas), persigue la despolarización de las fibras eferentes motoras de tipo A α y C, caracterizadas por un menor diámetro que las fibras Ad⁽⁷³⁾.

A diferencia del TENS convencional, la tolerancia del paciente no es tan elevada y el efecto analgésico derivado se manifiesta con un periodo de latencia.

Este produce la contracción del músculo, alivio progresivo (15-20 min) y largos efectos terapéuticos, además de la estimulación de las pequeñas fibras aferentes del dolor y fibras eferentes motoras. Gracias a esto consiguen una analgesia prolongada, aunque no inmediata (que nunca excederá las 2 a 6 horas) y un efecto a distancia de la zona de aplicación.

4.2.6.2.1. Características físicas del TENS de baja frecuencia

Hay, por tanto, 3 parámetros que definen al fenómeno eléctrico:

- La intensidad de la corriente: que depende de la cantidad de cargas eléctricas (electrones) que se encuentran en movimiento entre los polos y que se expresa en amperios.
- El voltaje: que depende de la diferencia de concentración de cargas eléctricas entre los dos polos, se expresa en voltios.
- La resistencia al paso de las cargas eléctricas, característica del conductor que compone el circuito, y que se expresa en ohmios.

En todo fenómeno eléctrico, estos 3 parámetros guardan una relación entre sí que queda reflejada en la Ley de OHM:

$$V = I \times R$$

$$R = V/I$$

$$I = V/R$$

Significa que el voltaje depende directamente de la intensidad y de la resistencia, de manera que para que una intensidad se mantenga constante ante un cambio en la resistencia necesariamente se debe producir un aumento o disminución del voltaje.

Esta última es la característica más importante que debe ser respetada por un estímulo eléctrico tipo TENS para conseguir el objetivo biológico de despolarizar a un nervio y garantizar que la estimulación se produzca únicamente vía neural.

La Ley del ERB dice que un estímulo breve se excita solo al nervio, mientras que un estímulo largo excita a nervio y músculo. Para una misma intensidad de estímulo el umbral de excitación en el tejido nervioso se alcanza con 1 mseg, mientras que el tejido muscular son necesarios 300 mseg.

4.2.6.2.2. Características de instrumentación según Jankelson

En nuestro estudio hemos seguido el protocolo según **Robert Jankelson**. En 1975 ⁽⁷⁷⁾, empieza sus estudios concernientes a la aplicación de electroterapia para el tratamiento de alteraciones temporomandibulares y desarrolla un instrumento (Myo-monitor) para uso específico en odontología. El objetivo de la TENS fue primero relacionar la musculatura mandibular y facial para establecer e identificar el verdadero reposo mandibular. Una vez que la musculatura se relaje, los impulsos continuos del Myomonitor podrían estimular la musculatura para elevar la mandíbula desde la posición de reposo a través de la separación interoclusal (espacio libre) hasta su posición funcional vertical correcta ⁽⁷⁸⁾.

A. Técnica de estimulación nerviosa

- Colocación de electrodos.

Según técnica **Jankelson** los dos electrodos estimulantes (negativos) se colocan ligeramente anteriores al meato auditivo externo derecho e izquierdo. Como guía, se traza una línea imaginaria desde el trago de la oreja al margen infraorbitario.

En esta área se produce la estimulación eléctrica de los pares craneales V y VII, permitiendo actuar simultáneamente sobre prácticamente la totalidad de los músculos del aparato estomatognático. Ambos nervios en su emergencia desde el cráneo quedan fácilmente accesibles a un estímulo eléctrico en la zona preauricular.

En esta zona se encuentra el plexo parotídeo del facial, y más profundamente, por detrás de la apófisis coronoides, la salida del nervio trigémino desde la cavidad craneal ^(99, 103).

B. Ajuste de parámetros de estimulación.

- Ajuste de la amplitud.

Se realiza mediante, la maniobra del dedo meñique, en donde un dedo se coloca sobre el bode incisal inferior y se va aumentando la amplitud hasta notar el primer aumento notable de la mandíbula que puede aceptar el paciente.

Se deja entonces esa amplitud buscada aproximadamente unos 10 minutos, y a partir de entonces se buscará adecuar el estímulo a las condiciones específicas del paciente: el estado de contractura de su sistema muscular, el espesor de su estado cutáneo o su diferente resistencia eléctrica). Para ello se ajustará el control de equilibrio hasta una elevación mandibular de aproximadamente 1,00 mm por cada pulsación.

Hay que controlar al paciente cada 10-15 minutos puesto que las contracciones musculares se hacen más profundas a medida que la mandíbula se relaja. Hay que asegurarse que los dientes no toquen entre sí cuando están pulsando. Si esto sucede, hay que reducir la amplitud.

- Ajuste del balance

El ajuste de balance será necesario para poder influir sobre la cantidad de corriente que enviamos a cada lado. Los músculos más contraídos necesitarán

mayor intensidad de estímulo para poder reaccionar. A medida que se vaya consiguiendo un mayor grado de relajación en todo el sistema muscular se podrá ajustar el balance haciendo que llegue igual intensidad a ambos lados.

En la técnica de **Jankelson** se utiliza 1,5 segundos, pulso de 500 μ Sec e intensidad menos de 100 μ A.

C. Tiempo de tratamiento:

El tiempo necesario para conseguir el alivio del dolor con las corrientes TENS es muy superior al requerido por otras corrientes eléctricas empleadas en electroterapia, siendo de 45 a 60 minutos.

4.2.6.3. Respuestas fisiológicas del TENS de baja frecuencia

Los efectos del TENS son los siguientes:

- **Efecto muscular:**⁽¹⁰⁴⁾

El efecto sobre los músculos se basa en relajación muscular y desprogramación.

Los estímulos eléctricos generados por el TENS provocan la contracción involuntaria de los músculos inervados por el nervio facial y el trigémino ^(105, 106).

En el efecto del TENS sobre la *musculatura*, parece deducirse que la aplicación a intensidades que no superan el umbral motor, es decir solo estímulos sensitivos, no condicionen con la respuesta motora. Los efectos de la TENS se basan en la estimulación directa de los nervios motores de los músculos masticatorios, para ejecutar contracciones rítmicas ⁽¹⁰⁷⁾. El TENS de baja frecuencia varía la posición muscular, debido a la contracción isotónica que produce, sobre los músculos inervados por el nervio facial y el trigémino. Se estimula un músculo, transmitiendo un potencial de acción a través de los electrodos o se estimulan indirectamente grupos completos de músculos, transfiriendo un potencial de acción a un nervio motor eferente, que por su parte estimula a los músculos que abastece.

- **Efecto reflejo**

Cuando existe alteración en un músculo, existen una serie de acomodaciones que dependen de los husos musculares (propiocepción). Esto puede dar lugar a una serie de alteraciones posturales. El TENS actúa sobre las fibras gamma que inervan los husos musculares, llevando al músculo hacia una posición más fisiológica ⁽¹⁰⁸⁾.

- **Efecto linfático**

Estos movimientos repetitivos del músculo esquelético, junto con su suave movimiento rítmico, aumenta el flujo sanguíneo local disminuyendo así el edema intersticial y acumulación de tejidos de metabolitos nocivos. De esta manera se produce una disminución del dolor, aumento de la disponibilidad energética, disminución de la hipoxia muscular y fatiga de los músculos masticadores.

El Myo-Monitor J4 produce una contracción muscular isotónica y de este modo se restaura el metabolismo normal del músculo, partiendo de las fibras todavía móviles, en la medida que se eliminan por bombeo los productos de desecho acumulados (disminución de fosfocreatinina) y se aportan por bombeo las sustancias nutritivas nuevas.

- **Efecto neural**

El TENS estimula las fibras nerviosas A β que se encuentran en la zona afectada por el dolor.

El éxito del TENS en los TTM, parece que se debe a la facilidad con que son estimulados los haces nerviosos en la región facial, a diferencia de otras partes del cuerpo. Esta modalidad tiene la facilidad de actuar a niveles más altos del SNC, médula espinal, cerebro y fluido cerebral. Tiene la capacidad de inhibir la transmisión nociceptiva de las fibras de tipo Ad y C por medio de la sobreestimulación selectiva de las fibras rápidas mielinizadas de tipo A β (responsables de los estímulos derivados de la presión, tacto y la vibración).

El TENS tiene la capacidad de excitar simultáneamente al tejido nervioso y muscular. Este planteamiento quedó definitivamente resuelto en 1975 por B. Jankelson ⁽⁷⁷⁾, que basándose en la Ley de Erb realizó un análisis de curvas

intensidad/duración y descubrió que solamente un estímulo de larga duración (≥ 300 mseg) es capaz de excitar simultáneamente a tejido nervioso y muscular.

▪ **Efecto vascular**

A nivel vascular, el TENS podría tener un efecto local sobre el riego sanguíneo y la resistencia vascular periférica, produciendo vasodilatación e inhibiendo la respuesta vasoespástica originada por la patología dolorosa previa (sería un efecto simpaticolítico más que vasodilatador directo ⁽¹⁰⁹⁾). Además también se facilita la liberación de sustancias vasoactivas al torrente sanguíneo implicadas en la capacidad de contracción de los vasos. No obstante, parece claro que los efectos del TENS sobre la circulación estarían asociados a una intensidad suficiente para conseguir contracciones musculares importantes, y no a un efecto sobre los nervios simpáticos postganglionares o sobre el sistema vascular a nivel general ⁽¹¹⁰⁻¹¹²⁾.

En los músculos, provoca contracciones repetidas y cortas, haciendo que la musculatura se comporte como una “bomba muscular” que expulsa sangre venosa y aumenta el flujo arterial. Mejorando la respuesta endotelial, eliminando aquellas sustancias que al acumularse en el músculo isquémico producen dolor, y facilitando el metabolismo aeróbico.

▪ **Efecto endorfinico**

Según **Jankelson** se puede afirmar que existe un control interno del dolor, gracias a la presencia de altas concentraciones de receptores opioides endógenos y endorfinas (β -endorfina) en la sustancia gris, fluido cerebroespinal, médula espinal o diferentes áreas del cerebro. Actualmente, no conocemos la localización exacta de este control endógeno del dolor ⁽⁷⁸⁾.

En pacientes con dolor crónico se encuentra una inhibición de la formación de endorfinas y, con ello una menor tolerancia al dolor. El TENS estimula la formación de endorfinas, creando un sistema de opioides endógenos.

Mayer demostró que la naloxona, antagonista de los opioides, podía bloquear el efecto analgésico de los TENS, lo que confirmaba la presencia de estas sustancias en las áreas estimuladas ^(92, 93).

Se ha comprobado que el TENS de baja frecuencia, es más eficaz para la liberación de endorfinas y opioides endógenos.

4.2.7. Aplicaciones clínicas

Según la literatura científica las aplicaciones del TENS son muy variadas en el campo de la medicina, fisioterapia y odontología. Su uso actual en el ámbito clínico está ampliamente extendido. Se puede afirmar que es la técnica de estimulación eléctrica más empleada como alternativa a los tratamientos analgésicos tradicionales, tales como los farmacológicos o quirúrgicos. Su popularidad se basa, entre otros aspectos, en que se trata de una técnica no invasiva, fácil de administrar, tiene pocos efectos secundarios e interacciones con otros fármacos, no puede producir sobredosis, además de ser una técnica muy económica y susceptible de ser utilizada para tratamiento domiciliario tras un periodo de entrenamiento del propio paciente ⁽¹¹³⁾.

4.2.7.1. Aplicaciones clínicas en analgesia

Las aplicaciones del TENS son muy variadas. Los estudios sobre el efecto del TENS en la disminución del dolor agudo ⁽¹¹⁴⁻¹¹⁶⁾ y crónicos ^(72, 79, 117-119), de diferente origen, son consistentes en demostrar el alivio temporal del dolor en aproximadamente el 50% de los pacientes. Sin embargo, hay diferentes autores que utilizan diferentes criterios para evaluar la reducción del dolor obtenida por el TENS, lo que hace difícil comparar los resultados.

Se ha utilizado en diferentes patologías:

- Dolor musculoesquelético: en dolor miofascial ^(120, 121), en dolor lumbar ^(70, 122-127).
- Dolor articular: en osteoartritis de rodilla, observando resultados positivos en trabajos de **Lone** y colaboradores, **Osiri** y colaboradores ⁽¹²⁸⁻¹³⁰⁾, y resultados negativos en **Taylor** y colaboradores ⁽¹³¹⁾. También se ha utilizado en dolor de la ATM ⁽¹⁰⁷⁾, en gonartrosis ⁽¹³²⁾ y en artritis reumatoide ^(133, 134).

- Dolor postoperatorio ⁽¹³⁵⁻¹³⁷⁾. Con el uso del TENS después de una cirugía, se obtiene una mejora de la función respiratoria, al disminuir la ingesta de narcóticos en dolor postoperatorio ^(138, 139).
- Dolor neuropático: en trabajos de **Eriksson** ⁽¹⁴⁰⁾ en neuralgias, **Johnson** y colaboradores 2011 ⁽¹⁴¹⁾, **Cheing** 2005 ⁽¹⁴²⁾, **Kumar** en neuropatía diabética ⁽¹⁴¹⁻¹⁴⁴⁾; y otras patologías como la fibromialgia ⁽¹⁴⁵⁾, esclerosis múltiple ⁽¹⁴⁶⁾.
- Dolores vasculares: en procesos migrañosos ⁽¹⁴⁷⁾.
- En procesos cancerosos: con procesos cancerosos ^(148, 149). Estos autores utilizan el TENS como tratamiento del cáncer, aunque según las indicaciones está contraindicado ⁽⁶²⁾.

Se han desarrollado varios estudios experimentales en seres humanos con dolor inducido experimentalmente en laboratorio, que han intentado establecer los efectos hipoalgésicos y establecer unos parámetros óptimos para utilizar en la práctica clínica ^(150, 151), aunque existen resultados contradictorios ⁽¹⁵²⁾. Esto se debe a las limitaciones que presentan algunos estudios, ya que son incapaces de reproducir las complejas interacciones entre los procesos fisiológicos y psicológicos del dolor clínico.

Los hallazgos de las revisiones sistemáticas de ensayos clínicos controlados aleatorios han desafiado las afirmaciones de que el TENS es clínicamente efectivo (**Carroll** y colaboradores ^(153, 154), 1996, 1997), aunque recientemente se cree que esto se deba a unos parámetros inadecuados de estimulación. Uno de los problemas de estas revisiones sistemáticas y el dolor, es que se obtienen valores dicotómicos, sin tener en cuenta puntuaciones en la escala de dolor ^(113, 131, 153, 155-159).

4.2.7.2. Otras aplicaciones clínicas

El TENS, también puede ser usado para *estimulación neuromuscular* con el objetivo de producir eléctricamente contracciones musculares, superando el nivel motor de estimulación, conociéndose con el acrónimo NMES (neuromuscular electrical stimulation). Los efectos de la estimulación somato-sensorial aplicada de

diversas formas sobre la excitabilidad neuromuscular y, por tanto, sobre la respuesta muscular, han sido objeto de estudio tanto en animales ⁽¹⁶⁰⁾ como en humanos ⁽¹⁶¹⁾ .

Este tipo de electroestimulación puede influir positivamente en la actividad muscular de pacientes con déficits motores por accidentes cerebrovasculares ⁽¹⁶²⁻¹⁶⁴⁾ y otros desórdenes neurológicos ^(146, 165, 166) .

4.2.7.3. Indicaciones en odontología

Del amplio abanico de aplicaciones clínicas que tiene el TENS en general, centrándonos en el campo de la Odontología, decimos que presenta las siguientes indicaciones:

1. Tratamiento sintomático de TTM de la ATM, sobre todo en los primeros estadios, donde la sintomatología es muscular, consiguiendo un efecto analgésico duradero.
2. Para controlar continuamente el dolor crónico del espasmo muscular causado por las disfunciones debidas a una mal oclusión.
3. Como herramienta diagnóstica para establecer la oclusión fisiológica. En pacientes con mal oclusión, que se van a someter a tratamientos de ortodoncia, en los que es importante determinar la relación correcta de los cóndilos en sus fosas articulares.
4. Toma de registros interoclusales. En muchos procedimientos terapéuticos, se requiere encontrar un tono muscular adecuado para la obtención de estos registros, con la mandíbula en una posición adecuada fisiológica. Suelen utilizarse:
 - En la elaboración de férulas oclusales ⁽¹⁰⁶⁾.
 - Rehabilitaciones protésicas, en la determinación correcta de la dimensión vertical.
5. Diagnóstico y tratamiento oclusal, ya que el cierre involuntario por medio del TENS, es el camino más eficaz para identificar un contacto prematuro, cuando los músculos se encuentran en armonía.

6. En pacientes que se van a someter a cirugía ortognática, en los que es necesario determinar la dimensión vertical y la relación intermaxilar en que se va a quedar después de la cirugía.

7. En procesos dolorosos u orofaciales, tipo neuralgia del trigémino, tics dolorosos.

8. Cuando existen lesiones de compresión nerviosa y distrofia simpática refleja.

9. Pacientes con xerostomía. El TENS incrementa el flujo salivar ⁽¹⁶⁷⁾.

4.2.8. Contraindicaciones absolutas y relativas

Pacientes en quienes no debe utilizarse el TENS ⁽⁹⁰⁾ :

1. Pacientes portadoras de marcapasos cardíaco, por el riesgo de que los impulsos eléctricos generados inhiban la función de estos aparatos.

2. Pacientes con cardiopatías, arteritis del temporal.

3. Pacientes con dolor no diagnosticado.

4. Personas que presenten epilepsia.

5. Embarazadas.

6. No utilizar en zonas tumorales o zonas con zonas de mitosis celular.

7. Durante los 3 primeros meses de embarazo sobre el tronco.

4.2.9. Ventajas de la TENS

La TENS posee un amplio número de ventajas que la hacen muy requerida, tanto por los fisioterapeutas como por los pacientes. Son las siguientes:

➤ Son equipos portátiles.

➤ Estas corrientes permiten realizar procedimientos domiciliarios por parte de los individuos, bajo la supervisión del fisioterapeuta o del médico especialista, esto es, ofrecen al paciente la opción del autotratamiento. Este aspecto favorece el seguimiento del tratamiento por parte del paciente y garantiza una mayor eficacia de aquel.

➤ Bajo coste económico.

4.2.10. Desventajas

1. Ciertas personas no pueden tolerar la sensación eléctrica e invariablemente no podría responder de manera favorable a los programas de tratamiento de la TENS.
2. Las respuestas negativas son raras.
3. Riesgo de quemaduras en las aplicaciones terapéuticas con corrientes eléctricas.

4.3. ELECTROMIOGRAFÍA (EMG)

La electromiografía de superficie (EMGS) nos proporciona, hoy día, un método de registro de la actividad muscular, seguro, simple y no invasivo.

Permite registrar y cuantificar de forma cuantitativa cómo y cuándo se activa un músculo y determinar la influencia sobre el aparato estomatognático.

La Sociedad Internacional de Electromiografía y Kinesiólogía (ISEK) también ha propuesto una serie de recomendaciones para el uso de la EMG en términos de técnicas y metodologías a través de su Proyecto SENIAM “Proyecto de EMG de superficie para la evaluación no invasiva de los músculos” ^(9, 168). Este proyecto es una de las acciones concertadas para que esta llegue a ser reconocida y validada para integrarla en las investigaciones al respecto.

4.3.1. Definición

La electromiografía (EMG) es el registro de las señales eléctricas extracelulares generadas por las fibras musculares y transmitidas a través de los tejidos. Analiza la integridad de todo el sistema motor, que incluye las neuronas motoras superiores e inferior, la unión neuromuscular y el músculo ^(169, 170). La actividad eléctrica registrada puede presentar distinta forma y duración.

Aunque la fibra muscular individual es la fuente principal de las señales registradas, casi todas las técnicas electromiográficas registran la actividad de un grupo funcional de fibras musculares definido como *unidad motora*.

Cada potencial de acción corresponde a la activación de una unidad motora ⁽¹⁷¹⁾; a su vez, el potencial de acción de una unidad motora, se origina del sumatorio de los potenciales de acción de las fibras musculares que pertenecen a dicha unidad motora. Por tanto, la amplitud del potencial de acción de una unidad motora depende del número de fibras que componen la unidad y está positivamente correlacionado con el diámetro de las mismas, y desciende paulatinamente con la distancia al instrumento de registro ⁽¹⁷²⁾. Su duración depende de la distribución de unidades motoras dentro del músculo. Así pues, existen diversos orígenes del registro eléctrico: una fibra muscular, un grupo de fibras inervadas por una motoneurona (unidad motora) o subunidades de una unidad motora ⁽¹⁶⁹⁾.

La EMG puede determinar si el sistema nervioso está reclutando activamente un músculo durante la función. El nivel de actividad EMG nos indica que músculo es el que más se activa, y los niveles de actividad EMG sugieren, indirectamente, si un músculo juega un papel directo en una función específica ⁽¹⁶⁹⁾.

El nivel de actividad EMG sugiere que el músculo desarrolla más fuerza, pero la fuerza o tensión muscular puede no estar directamente relacionada con el nivel de actividad EMG. La correlación más próxima entre actividad y tensión muscular ocurre cuando el músculo no cambia de longitud, como ocurre por ejemplo durante la función masticatoria de apretamiento.

La EMG amplifica la actividad eléctrica originada en el músculo y la traduce a señales auditivas o visuales de aumento o disminución de la actividad electromiográfica.

4.3.2. Evolución histórica

Este método ha trascendido de sus aplicaciones médicas clásicas en Neurología, Miología y Neurocirugía, al campo estomatológico.

El desarrollo de la electromiografía y del electrodiagnóstico está ligado a los avances en las técnicas de registro de las propiedades electrofísicas del músculo y del nervio, y al mejor conocimiento de estas estructuras.

La electrofisiología comenzó a finales del siglo XVIII con el descubrimiento de la electricidad animal por **Galvani**, que consiguió una contracción muscular estimulando la terminación libre de un nervio, sin utilizar metales para ello. Estos hallazgos fueron reproducidos por **Matteucci** en 1844 y **Humboldt** en 1797.

En 1822 **Magendie**, describió las diferencias entre los nervios motores y sensoriales intentando insertar agujas en el interior de los nervios para estimularlos eléctricamente. Pero tuvo que abandonar estos experimentos, debido a las molestias causadas en estos pacientes.

Sarlanderiere en 1825, fue el primero en aplicar la electroacupuntura para la activación eléctrica del músculo.

Duchenne de Eculogne, en 1833 vio que un músculo podía ser estimulado eléctricamente desde la superficie cutánea mediante electrodos; también fue el primero en usar la corriente para la estimulación.

Carlo Matteucci demostró en 1838 cómo la actividad generada por el músculo, era capaz de activar al nervio en contacto con aquél y a la inversa. Inspirado en estos trabajos **Dubois-Reymond** (1849), registró los potenciales de acción generados por un músculo; en 1851 identificó los potenciales de acción de la contracción voluntaria de los músculos del brazo. A partir de este momento se considera que fue el comienzo de la *Electromiografía*.

Duchenne (1867) y **Erb** (1883) publicaron las primeras revisiones sobre conducción nerviosa y **Welss**, en 1901, introdujo el concepto de curvas de intensidad-duración y su medida.

En 1922, **Gasser** y **Erlanger** aportaron uno de los más importantes avances en tecnología, el osciloscopio de rayos catódicos que eliminaba las limitaciones mecánicas de los galvanómetros. En ese mismo año, **Hoffmann** (1922) descubrió los reflejos monosinápticos en el hombre.

En 1925, **Lidoell** y **Sherrington** definieron el concepto de unidad motora, y profundizaron en el conocimiento de la actividad muscular refleja.

Adrian y Bronk (1929) idearon los electrodos de aguja concéntricos y las primeras determinaciones de la frecuencia del potencial de la unidad motora.

Posteriormente **Manhews** (1934) inventó el amplificador diferencial, permitiendo así el registro de los potenciales musculares pequeños.

En 1945 **Jasper** y colaboradores introdujeron los electrodos monopolares y fabricaron un electromiógrafo portátil.

En 1955, **Marinacci** publica el primer libro exclusivo de Electromiografía y en 1960 las velocidades de conducción nerviosa entraron a formar parte integral de la valoración electrodiagnóstica. En 1961 en Pavia, Italia, se organiza el primer congreso internacional de Electromiografía.

Moyers (1949) fue el primero que aplicó la electromiografía al estudio de los músculos masticatorios ⁽¹⁷⁰⁾.

Jarabak demostró por primera vez en 1956, mediante pruebas electromiográficas que los músculos que rodean a la ATM y que son responsables de sus movimientos pueden entrar en estado de hipertonicidad o espasmo cuando esta se vuelve dolorosa ⁽¹⁷³⁾.

Sus resultados han sido confirmados por numerosos estudios en estos últimos cuarenta años ^(54, 174-177).

El hecho de la posibilidad de estudiar electromiográficamente una fibra aislada, ha facilitado el estudio electrofisiológico de las características individuales de las fibras musculares ⁽¹⁰⁷⁾. La técnica electromiográfica ha sido simplificada gracias a los resultados de las investigaciones y aplicaciones clínicas.

En la actualidad se dispone de tecnología avanzada para el estudio electromiográfico que combina el procesamiento informatizado de toda la información muscular ⁽¹⁷¹⁾.

4.3.3. Objetivos e indicaciones

1. Diagnóstico de los trastornos temporomandibulares asociados a maloclusiones ^(5, 178) .
2. Aporta medidas objetivas de cuantificación del sistema neuromuscular, permitiendo estudiar los músculos sintomáticos y asintomáticos del aparato masticatorio tanto en la función estática como dinámica ^(78, 177, 179-181) .
3. Evaluar los resultados de tratamientos correctivos ⁽¹⁸²⁾ .
4. Diagnóstico de las patologías musculares: bloqueo neuromuscular, enfermedades musculares (distrofias musculares, Miastenia gravis) ⁽¹⁸³⁾ .
5. Contribuye en trabajos de estudio oclusal, dinámica mandibular, rehabilitación prostodóncica, conservadora, periodoncia, estudios cognitivos y de sensibilidad facial ⁽¹⁸⁴⁾ .
6. Es posible estudiar la capacidad de relajación muscular entre contracciones, los períodos silentes, los hábitos parafuncionales como el bruxismo y la evolución de la actividad EMG durante el tratamiento mediante férulas de relajación ⁽¹⁸⁵⁾ .
7. Técnicas de bio-feedback EMG: consiste en aprender a influir sobre funciones involuntarias del cuerpo, como es el tono muscular, relajando la musculatura masticatoria ^(15, 186) .

4.3.4. Limitaciones

Existen una serie de limitaciones por:

1. Dificultad de la técnica: Se precisa una correcta colocación de los electrodos ⁽¹⁸⁷⁾ .
2. No deben existir ruidos o artefactos ⁽¹⁸⁸⁾ .
3. Colaboración del paciente, ya que suelen ser varias citas de larga duración.
4. Dificultad en la interpretación de los datos EMG ⁽¹⁸⁹⁾ .

5. A pesar de que la electromiografía nos da información útil acerca de la actividad de un músculo, definiendo cuándo inicia y termina dicha actividad, es imposible saber cuánta actividad en el músculo se está perdiendo.

6. No se puede entender el movimiento sólo a través de la electromiografía, ya que los músculos antagonistas están trabajando sinérgicamente para controlar el movimiento o estabilizar. Se pueden utilizar otros instrumentos que monitoricen la fuerza, presión o posición junto con el electromiograma para correlacionar la actividad muscular con el efecto.

7. No se pueden registrar de forma independiente la fuerza muscular y la actividad eléctrica. Se asume que son directamente proporcionales en las contracciones isométricas: esto sólo ocurre en algunos músculos del organismo, entre ellos el temporal y el masetero ⁽¹⁷⁸⁾.

8. Son pruebas costosas y la experiencia del profesional es un factor muy importante para analizar la calidad del registro y correlacionarlos con los índices electrofisiológicos. Debido a esta apreciación subjetiva, y a la gran variabilidad inter e intrasujetos observada, la fiabilidad de este método ha sido discutida ⁽¹⁹⁰⁻¹⁹²⁾. Algunos autores no defienden su utilidad como herramienta diagnóstica ^(5, 6).

9. Hay factores que influyen en la actividad eléctrica detectada, como son la distancia de los electrodos, la presencia de artefactos y variaciones individuales como el grosor de la piel, la edad, el sexo ⁽¹⁷⁹⁾ y la estructura facial ⁽¹⁹³⁾.

10. Con respecto a la reproducibilidad de la EMG de superficie, existen numerosas publicaciones que han demostrado que se obtiene una mayor reproducibilidad cuando los registros son tomados en un mismo día frente a aquellos obtenidos en días consecutivos ^(4, 194).

11. Permite estandarizar los índices electromiográficos para sujetos sanos con normo-oclusión, y permitiría diferenciar entre los sujetos sanos y aquellos con TTM ^(17, 195).

12. Según **Manfredini** (2012) ⁽¹⁹⁶⁾, la mayor limitación para su aplicación clínica es la ausencia de valores normales según el sexo, edad, peso, altura y morfología facial.

4.3.5. Parámetros electromiográficos

Potencial de unidad motora: Fenómeno eléctrico ocasionado con la contracción de todas y cada una de las fibras musculares que componen la unidad neuromuscular. En la práctica, este potencial se consigue con la contracción voluntaria leve, no tan intensa que ocasione reclutamiento de los distintos potenciales.

a) Forma

Los potenciales se clasifican según el número de “puntas” que cruzan la placa motora:

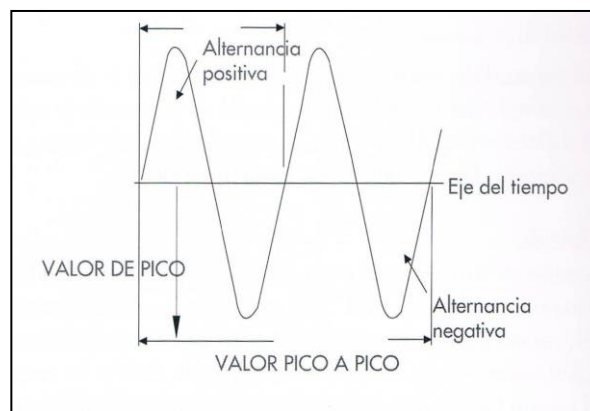


Figura nº 5. Representación gráfica de la forma de un potencial eléctrico

1. Monofásicos: si el potencial se recoge en la vecindad de la placa motora.

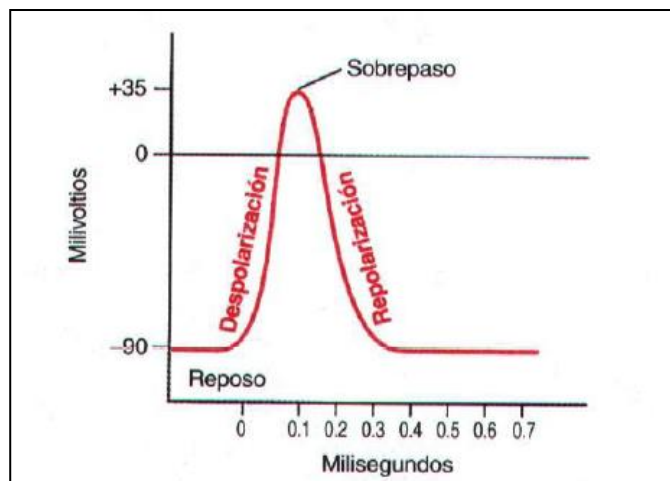


Figura nº 6. Potencial monofásico

2. Bifásicos o trifásicos: más del 80% en un músculo normal.

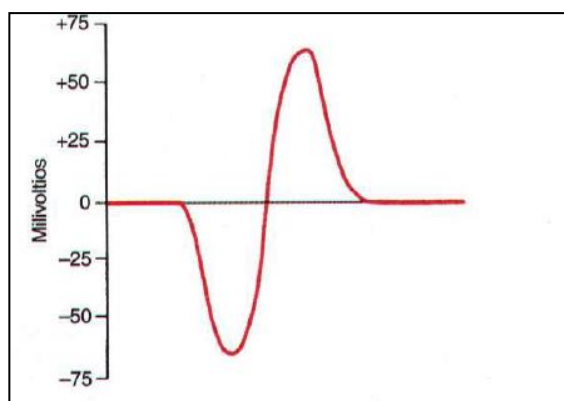


Figura 7. Potencial bifásico

3. Polifásicos: más de 4 puntas y tiene una incidencia en el músculo normal del 6% por término medio.

Existen diferentes variables relacionadas con la forma⁽¹⁹⁷⁾:

1. La relación espacial entre el electrodo y las fibras musculares, juega el papel más importante en la forma⁽¹⁷²⁾.
2. La resistencia y capacitancia de tejidos⁽¹⁹⁸⁾.
3. La temperatura intramuscular: si la temperatura desciende desde 37 hasta 30 grados la duración se incrementa desde un 10 hasta 30%, pero la amplitud desciende desde un 2 a un 5 por cada grado.⁽¹⁹⁹⁾
4. Edad: desde el nacimiento hasta los 5 años se van alcanzando valores del adulto para luego desde los 30 años ir reduciéndose 1-2 m/s década.

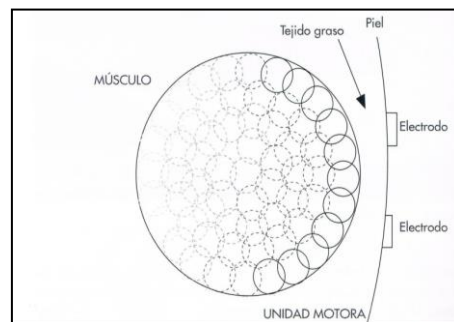


Figura 8. Relación espacial entre el electrodo y las fibras musculares

b) Amplitud

Es la máxima altura del potencial, expresada en microvoltios. Aunque todas las fibras individuales de una unidad motora descargan casi sincrónicamente, hay un número ilimitado de fibras localizadas cerca de la punta del electrodo de registro, que determina la amplitud del potencial de la unidad motora.

La amplitud depende de:

1. Densidad de las fibras musculares, a mayor número mayor amplitud.
2. Distancia del electrodo a la unidad motora. Así potenciales registrados a una distancia de 0,5 a 1 mm del punto de origen decrecen en amplitud hasta una décima parte de su valor real. Al aumentar la distancia, la señal se suaviza, presentando menor amplitud y mayor duración.

c) Duración

Es el intervalo de tiempo transcurrido entre la primera deflexión de la línea base y el momento en que se recupera nuevamente. La duración del potencial de unidad motora varía para cada músculo, en proporción directa con la edad del paciente, variando desde 5 hasta 25 ms y en razón inversa a la temperatura (172) .

d) Frecuencia

Es el número de veces que se repite el potencial por unidad de tiempo (normalmente 1 segundo). Se puede medir en *Hertzios* (Hz) o en *ciclos por segundo* (c/s).

Las frecuencias del potencial de la unidad motora van aumentando según la intensidad de la contracción muscular.

Cuanto más corta es la duración del potencial mayor será la frecuencia. La máxima frecuencia observada durante la contracción máxima en sujetos normales está comprendida entre los 100 y 200 Hz.

e) Fases

Una fase es la porción de la representación gráfica o curva de un potencial comprendida entre el inicio y retorno de la línea base, contando tanto los picos positivos como los negativos. Normalmente, el potencial de una unidad motora suele tener cuatro o menos fases.

4.3.6. Aparatos de registro

El aparato usado de forma rutinaria para la realización de la prueba electromiográfica es el Electromiógrafo, es un instrumento que recoge a través de los electrodos, las señales bioeléctricas de los músculos, los amplifica y los elabora para su posterior visualización y análisis ⁽²⁰⁰⁾.

El proceso de obtención de una señal electromiográfica podría esquematizarse en los siguientes puntos:

1. Se colocan unos electrodos sobre el cuerpo que actúan de sensores para captar la actividad eléctrica y la conducen (A).
2. Como estos potenciales biológicos son tan pequeños y se miden en microvoltios o milivoltios, es necesario magnificarlos mediante un amplificador (B).
3. La señal resultante será enviada a un altavoz (F) y es procesada por medio de señal analógica a digital (D).
4. Un tubo de rayos catódicos procesa la señal para su análisis visual. (E).

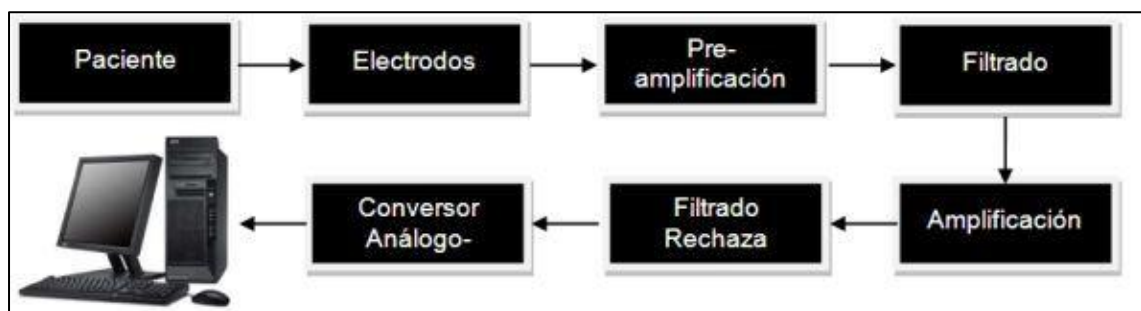


Figura 9. Esquema del proceso de obtención de una señal electromiográfica

El electromiógrafo se compone fundamentalmente de:

- **Electrodos**

Son los elementos que recogen los potenciales de acción muscular. Las características físicas y eléctricas de los electrodos de registro, dictan la amplitud y otros aspectos de los potenciales que se deseen estudiar.

Tipos de electrodos disponibles para la EMG:

- a) Electrodos de superficie.
- b) Electrodos de aguja.
 - b.1. Electrodos de aguja concéntricos.
 - b.2. Electrodos de aguja bipolares.
 - b.3. Electrodos de aguja monopolar.
- c) Electrodos intracelulares.
- d) Electrodos multifilamentos

A. Electrodos de superficie (EMGS)

Se colocan en la piel sobre la zona muscular que se desea estudiar y nos permiten registra la sumatoria de la actividad eléctrica procedente de múltiples fibras nerviosas de varias unidades motoras. Esto es debido a que en los tejidos de la piel existen iones cargados tanto positiva como negativamente, que nos posibilitan percibir los potenciales eléctricos tisulares para que puedan ser medidos y registrados.

Están constituidas por pequeñas placas metálicas, hechas en plata o platino de diferentes dimensiones.

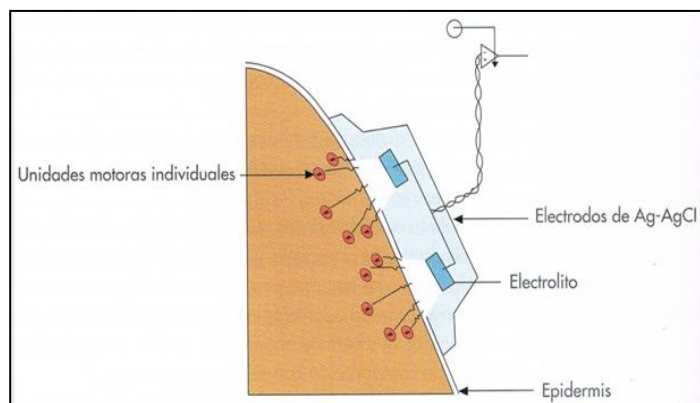


Figura nº 10. Esquema de electrodos de superficie

Su principal desventaja es que la piel ofrece una barrera considerablemente resistente, lo que disminuye la capacidad de la señal para alcanzar el electrodo.

Esta resistencia que ofrecen los tejidos biológicos a los potenciales que circulan por el cuerpo, se conoce como impedancia. Va a depender del tamaño del electrodo, frecuencia de la señal y densidad de corriente del electrodo ⁽¹⁸⁸⁾.

En EMGS es importante mantener la impedancia de la piel hacia el sitio del electrodo lo más baja posible ⁽¹⁹⁸⁾.

Esta depende de la cantidad de epidermis y del grosor del tejido conectivo y graso bajo el electrodo ^(184, 197, 201, 202).

La impedancia de la piel actúa como un filtro de frecuencias bajas atenuando la señal electromiográfica captada. De manera que cuanto mayor sea el grosor del tejido subcutáneo, menor será la amplitud de la señal registrada.

El tejido graso subcutáneo es un tejido de baja conductividad por lo que parte de la señal eléctrica producida por el tejido muscular, se disipa y pierde. Sin embargo, el tejido cutáneo presenta una alta conductividad. Ambos factores biológicos han de tenerse en cuenta para el correcto registro de la actividad electromiográfica ⁽²⁰³⁾.

El problema de la impedancia puede reducirse con una buena preparación de la piel, abrasionando ligeramente el estrato córneo de la piel con soluciones abrasivas y empleando un amplificador con una alta impedancia de entrada que sea 100 veces superior a la impedancia de los electrodo ⁽¹⁸⁸⁾.

En la actualidad, los amplificadores utilizados son de alta impedancia de entrada, por lo cual el grosor del tejido conectivo es un factor biológico que ha dejado de ser crítico para la electromiografía de superficie ⁽¹⁹⁰⁾.

Es importante tener en cuenta que la amplitud de una señal biológica disminuye rápidamente a medida que aumenta la distancia, por lo que el electrodo colocado sobre la piel estará siempre colocado a cierta distancia del generador biológico que nos interese estudiar.

Los potenciales de acción musculares habitualmente son de varios milivoltios y son fácilmente registrados con EMGS teniendo simplemente la precaución de

colocar una pasta conductora entre los electrodos y la piel. Esta pasta conductora o electrolítica, tiene el objetivo de disminuir la impedancia, favoreciendo la nitidez de la señal y facilitando la transmisión de señales biológicas desde los tejidos subcutáneos a través de la piel para poder ser detectadas por el metal de los electrodos de superficie ⁽¹⁹⁰⁾.

Estos electrodos tiene la ventaja de ser menos incómodos para el paciente, además de que no se desplazan durante los movimientos mandibulares. Están constituidos por una superficie de plata bañada por un gel de cloruro de plata. Estos electrodos son siempre dobles, permitiendo así obtener, de forma simultánea, un doble registro de la actividad del músculo, registrándose de esta forma patrones de actividad media representativa de la actividad del músculo.

Por ello, a pesar de que la EMGS es más representativa de la actividad de todas las fibras de un músculo, está sujeta a factores extramusculares que pueden alterar y distorsionar la señal eléctrica (crosstalk) ⁽¹⁹⁵⁾.

A pesar de los inconvenientes que pudiese presentar la EMGS, la utilidad de la misma como una técnica no invasiva de exploración de la función neuromuscular es clara ⁽²⁰²⁾.

Otro inconveniente de la EMGS es el «cross talk» y la posibilidad de registrar artefactos producidos por el movimiento de los electrodos sobre la piel.

Para el estudio de los músculos de la masticación cuando son de fácil acceso se recomienda el uso de electrodos de superficie: masetero, temporal, vientre anterior del digástrico y orbicular. Otros músculos como los pterigoideos interno y externo, el vientre posterior del digástrico y el milohioideo son músculos que solo pueden alcanzarse mediante electrodos de aguja.

EMG superficial está llegando a grandes avances, por la introducción de la nueva herramienta EMGS-HD (EMGS de alta densidad) que emplea un multielectrodo que nos da información nueva información espacial potencial de acción. Esto permite conocer la velocidad, localización de la placa terminal, clasificación de unidades motoras activadas.

B. Electrodos de aguja

El empleo de electrodos de aguja nos permite estudiar un área muy pequeña del músculo, como una única unidad motora, mientras que el uso de electrodos de superficie permite el estudio de áreas musculares amplias y poco definidas. Pero este último tipo de exploración no resulta lo suficientemente representativa del estado general del músculo ⁽²⁰¹⁾, ya que se pueden observar grandes diferencias entre dos puntos del mismo músculo ⁽¹⁸⁴⁾.

Los electrodos de aguja nos permiten la detección de la señal mioeléctrica prácticamente no distorsionada ya que penetran en el vientre muscular, a diferencia de los electrodos de superficie que observan la señal solo después de un filtrado y distorsión por todos los tejidos entre las múltiples y amplias fuentes de señales y el contacto de la superficie de los electrodos en la piel.

b.1. Electrodos de aguja concéntricos

Determinan el potencial de acción de una unidad motora. Están formados por una cánula de acero inoxidable, similar a las agujas hipodérmicas, con un alambre en el centro. Cuando la aguja está cerca de una fuerte actividad eléctrica registra la diferencia de potencial entre el alambre central y el eje de la aguja.

b.2. Electrodos de aguja bipolares

La cánula de estos electrodos contiene dos alambres finos de acero inoxidable o platino. El electrodo registra la diferencia de potencial entre los dos alambres interiores sirviendo la cánula como neutro. Pueden detectar potenciales de zonas muy concretas.

b.3. Electrodos de aguja monopolar

Son de acero inoxidable, los que les confiere sus propiedades mecánicas. El alambre, cubierto de teflón, tiene un diámetro de 0,8 mm. Precisa de un electrodo de superficie o de un segundo electrodo de aguja en el tejido subcutáneo como

electrodo de referencia. Otro electrodo de superficie colocado sobre la piel sirve de neutro. Tiene una serie de ventajas como son menos molestias y registra el potencial de una unidad motora aislada. Los inconvenientes son menos estabilidad eléctrica y la producción de más ruido que los de aguja concéntrica.

El inconveniente que presentaban los electrodos monopolares es que al colocarlos de manera aleatoria en un músculo durante una contracción voluntaria suave, el registro del potencial de acción presentaba una gran variabilidad en cuanto a la duración, amplitud y forma⁽²⁰¹⁾.

Esto se debe a que en la técnica monopolar el voltaje captado por el electrodo de referencia es una fuente de error. Al estar ubicado en una zona alejada del músculo a estudiar, capta la actividad eléctrica de los músculos adyacentes sin poder eliminarla. Este fenómeno se denomina «cross talk».

Los electrodos de aguja presentan el inconveniente que durante los movimientos mandibulares producen interferencias debido al movimiento de la aguja dentro del músculo. Además, los electrodos de aguja producen una irritación mecánica al ser insertada en las fibras musculares, que se traduce en la aparición de pequeños voltajes negativos monofásicos o difásicos que desaparecen cuando la aguja es desplazada. Por otro lado, se trata de una técnica traumática y dolorosa.

C. Electrodos intracelulares

Son electrodos que penetran en las fibras musculares individuales para registrar cambios de potencial en la membrana. Están constituidos por un alambre de 25 mm de diámetro montado en una cánula.

D. Electrodos multifilamentosos

Son electrodos que contienen al menos tres alambres aislados en el interior de una cánula de acero común. Uno de estos alambres sirve como electrodo de referencia mientras que la zona externa de la cánula sirve de neutro. Este tipo de electrodos ha sido ampliamente utilizado para estudiar la extensión del territorio

ocupado por las fibras de una unidad motora aislada y para estimular fibras musculares aisladas.

- **Amplificador**

Su finalidad es la de amplificar los distintos potenciales recogidos en el músculo, de algunos microvoltios de amplitud a varios cientos de milivoltios antes de ser procesados y mostrados sin producir ningún tipo de distorsión.

La amplificación selectiva de los potenciales electrofisiológicos es lograda usando un amplificador diferencial. El amplificador diferencial requiere tres entradas: activo, referencia y tierra.

La entrada-salida característica del amplificador se puede definir como:

$$V_0 = G \cdot (V_a - V_r)$$

V_0 es el voltaje a la salida, V_a es el voltaje registrado por el electrodo activo, V_r es el potencial registrado por el electrodo de referencia y G es el aumento del amplificador.

En el estudio electrofisiológico, los electrodos activo y de referencia registran diferentes potenciales. Su diferencia es magnificada por el amplificador. En contraste, la alta amplitud de ruido es igual en ambas entradas del amplificador ($V_a = V_r$). La diferencia de las señales de ruido en las entradas activa y de referencia es cero. Esto permite que el amplificador diferencial amplifique los potenciales electrofisiológicos pequeños selectivamente, mientras que suprime el ruido de fondo.

La clave para mejorar el cociente señal/ruido es emparejar y reducir al mínimo las señales, tales como el ruido en la entrada del amplificador. Por lo tanto los electrodos deben ser de longitud similar y deben de estar cerca uno del otro. Este acercamiento dará el mismo ruido en todas las entradas del amplificador. La impedancia reducida y emparejada del electrodo y el uso de cables blindados atenuarán el ruido.

El hecho de que los potenciales electromiográficos presenten una banda de frecuencia muy variable, hace que el amplificador debe ser capaz de responder con

fidelidad a señales comprendidas entre los 40 y los 10.000 Hz. Por lo que el amplificador deberá aumentar la intensidad de la señal a fin de obtener registros observables, sin producir ningún tipo de distorsión. Este amplificador deberá contar con el mismo número de canales y de señales que se quiera registrar, más un canal de registro de la impedancia del paciente.

- **Filtros**

Una vez que se ha amplificada la señal, este debe ser procesada (filtrada). Es necesario integrar un sistema de filtros pasivos que nos permitan eliminar de las señales obtenidas, los artefactos producidos por los electrodos. Los filtros más frecuentes son de 60 Hertz.

El filtro esencial para la electromiografía de superficie es el filtro de banda. Este filtro deja pasar ciertos tipos de energía, para posteriormente cuantificarla en el monitor.

El nivel más bajo ayuda al práctico a eliminar mucho ruido eléctrico asociado con el alambre y la miscelánea de artefactos biológicos. El nivel más alto elimina el ruido del tejido en el sitio del electrodo.

Seleccionar los filtros de un electromiógrafo es complicado, porque ciertos filtros son mejores para ciertas aplicaciones que otros. Por ejemplo, es preferible un electromiográfico de superficie de 25 a 500 hertz para grabar músculos masticatorios, porque estos emiten frecuencias superiores a 500 herzt, y esto tiene relación con el radio de inervación muscular y sus respectivos patrones de activación (188) .

- **Sistema de registro**

Consiste en la visualización y archivo de los registros: los datos obtenidos por el electromiógrafo computarizado pueden ser vistos sobre un tubo de rayos catódicos, como se hace sobre la pantalla del ordenador. Los datos que necesitamos registrar son producto de variaciones eléctricas producidas por la actividad muscular. Esta actividad posee picos de corriente positivos y negativos que dan como resultados el denominado potencial de electromiografía.

▪ Altavoces Display

Constituye en elemento indispensable, tan útil para el registro como la pantalla o la fotografía. En ocasiones el oído proporciona una discriminación más fina que la visión, de potenciales rápidos por el osciloscopio. Algunas características del electromiograma patológico, como las fibrilaciones o las salvas miotónicas, se perciben mejor acústicamente que por la visualización directa.

▪ Conversión de señal analógica a digital

El cociente señal/ruido se puede mejorar también usando técnicas de procesamiento de la señal numérica.

La clave de estos sistemas es el llamado convertidor de analógico a digital. El convertidor de analógico a digital mide la amplitud de la señal a intervalos regulares. La señal es reconstruida conectando estas medidas de cada intervalo usando líneas rectas. Esta señal numérica se exhibe en una pantalla de un monitor. Es obvio que el intervalo entre medidas afectará la calidad de las grabaciones digitales de la electromiografía, por lo que ajustes incorrectos de esta unidad podrían dar lugar a distorsión de la señal y a erróneas interpretaciones de la misma.

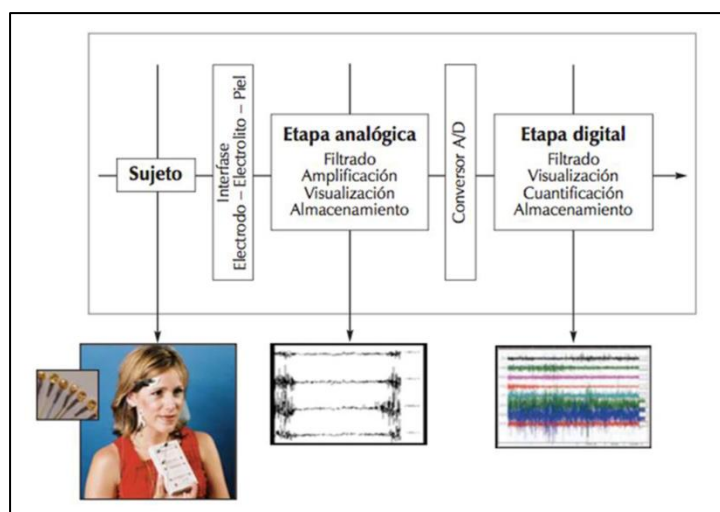


Figura nº 11. Representación gráfica del sistema de adquisición de la señal bioeléctrica

Hay diferentes formas de representar cuantitativamente la señal:

- **No procesado**

Cuando el potencial de unidad motora sumado llega a la piel, las pequeñas señales son amplificadas y es presenta como un gráfico en el osciloscopio, pico a pico de la señal EMG. La ventaja del trazado no procesado es que contienen toda la información de la señal electromiográfica; nada de eso es procesado fuera, uno realmente puede ver las variadas formas del artefacto en la señal.

- **Procesado**

Se han creado instrumentos para procesar la señal como capacitadores, resistores, circuitos integrados que siguen al amplificador. También puede ser digitalizado por un software de ordenador. Esto se ha hecho para convertir la señal en una lectura más fácil de ser interpretada, lo cual es muy importante, cuando es necesario entrenar a pacientes, por ejemplo, en biofeedback ^(15, 186).

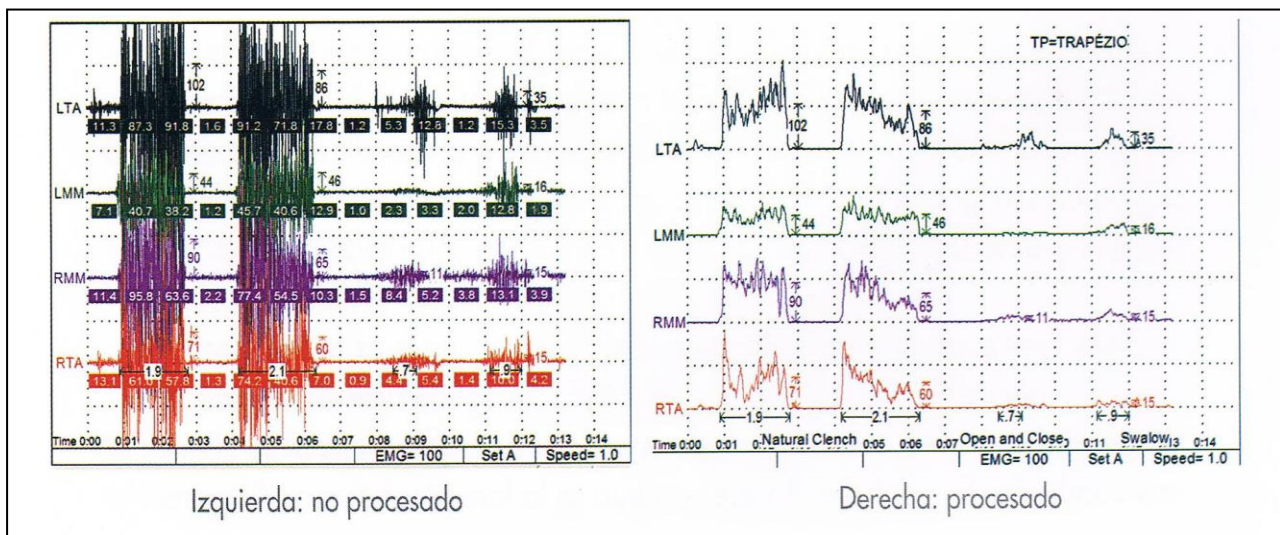


Figura 12. Formas de representación de señal bioeléctrica

4.4. ESCALA VISUAL ANALÓGICA (VAS)

Como medida clínica de percepción del dolor, para evaluar la respuesta al TENS, utilizamos en este estudio la Escala Visual Analógica (VAS).

La Escala Visual Analógica tiene una larga historia de uso en los estudios de resultados médicos, y está omnipresente en todas las especialidades, desde la Medicina Física y Rehabilitación hasta la Odontología. Se utiliza tanto en la forma de una escala de artículo individual (por ejemplo, sólo para el dolor), o como un tipo de opción de respuesta para las escalas de varios artículos, por ejemplo, se utiliza como parte de los cuestionarios **Western Ontario** y **McMaster** para la osteoartritis, Index (WOMAC) , el Chalder de fatiga, y el EuroQol-5D.

Fue publicada por primera vez en 1921, por **Hayer** y **Patterson**, empleados de la empresa Scott Paper. Éstos, la desarrollaron como un método de evaluar a los trabajadores, por parte de los supervisores, pero no fue ampliamente utilizada en ese momento ^(204, 205) .

Fue en 1976 cuando **Scott** y **Huskisson** pensaron en aplicarla al dolor, con el razonamiento de que, a pesar de su subjetividad, esta escala permitía medirlo de una manera objetiva ⁽²⁰⁶⁾ .

La Escala Visual Analógica, es una opción muy común para medir el dolor. Se representa, habitualmente, como una línea horizontal de 100 mm con anclajes en ambos extremos que van desde: *no hay dolor* hasta el *peor dolor imaginable*. Se le pide al paciente que, simplemente haga una marca en la línea para indicar la intensidad del dolor ^(204, 207-209) .

Las marcas que realiza el paciente sobre la línea, representan su percepción de su estado actual. La Escala Visual Analógica se determina midiendo en milímetros desde la izquierda hasta el final de la línea, que es el punto de que el paciente marca ⁽²¹⁰⁾ .

Donde 0 cm significa no dolor y 10 cm significa dolor severo. De 0 a 3 el dolor es leve, de 4 a 7 es moderado y de 8 a 10 el dolor es severo.

Collins y colaboradores, llegó a la conclusión de que una Escala Visual Analógica a partir de 54 mm de longitud podría ser equiparada como una calificación de dolor grave ⁽²⁰⁹⁾.

Hay diferentes variaciones sobre el tema, a veces con líneas más cortas (65 mm), y mientras que, normalmente, se representa en horizontal, también existe una variante vertical, considerándose ambas formas como equivalentes ^(204, 211). Aunque esta equivalencia está bastante discutida: **Scott** y **Huskis** ⁽²⁰⁶⁾ son quienes dijeron que las puntuaciones en las escalas horizontales tendían a ser menores que las de las escalas verticales.

Su principal ventaja estriba en el hecho de que no contiene números o palabras descriptivas, al paciente no se le pide que describa su dolor con palabras específicas, sino que es libre de indicarnos sobre una línea continua la intensidad de su sensación dolorosa en relación con los dos extremos de la misma.

No obstante, se ha criticado que la utilización de estos anclajes a lo largo de la escala, obliga al paciente a transformar sus sentimientos en palabras ⁽²⁰⁷⁾.

En diversos estudios se ha comprobado que es un instrumento sólido, fácil de rellenar, sensible al cambio, y por lo tanto fiable de usar, demostrándose así su fiabilidad y validez.

Sin embargo, también se ha encontrado que los pacientes encuentran difícil juzgar cómo calificar su dolor en la línea de esta escala. La correspondencia no es muy precisa y algunos pacientes lo han calificado como: "*especie de azar*" o "*casi conjeturas*", por consiguiente, en algunos estudios, se ha reportado una muy baja fiabilidad test-retest ⁽²¹¹⁾. Además, se han demostrado tasas de errores más altos en pacientes mayores y que presentan deterioro cognitivo ⁽²⁰⁴⁾.

HIPÓTESIS

“La transición de los datos a la teoría requiere imaginación creativa.

Las hipótesis y teorías científicas no se derivan de los hechos observados, sino que se inventan para dar cuenta de ellos”

Carl Hempel

Aunque sigue siendo un tema que da origen a debate, muchos autores afirman que la aplicación de TENS produce cambios en el sistema neuromuscular y a nivel central en pacientes con TTM de origen muscular.

Hipótesis de trabajo (H_1):

En los pacientes con TTM de tipo muscular el tratamiento con TENS consigue mayor relajación muscular y disminución del dolor, que a los que se aplica placebo.

Hipótesis nula (H_0):

No existen diferencias significativas entre los pacientes tratados con el TENS y los tratados con placebo. Por lo tanto, el TENS no es útil como tratamiento en la relajación muscular y en la disminución del dolor, en los pacientes con trastorno temporomandibular muscular.

OBJETIVOS

***“La mente que se abre a una nueva idea
jamás volverá a su tamaño original”***

Albert Einstein

Objetivo general:

El objetivo de nuestro trabajo es valorar por medio de registros electromiográficos y escalas de dolor (VAS), la eficacia del TENS, midiendo su efecto mio-relajante y su efecto antinociceptivo sobre la población de estudio con trastorno temporomandibular de tipo muscular y poder comparar con un placebo.

Objetivos específicos:

1. Estudiar si el TENS produce relajación muscular en los pacientes con TTM de tipo muscular.
2. Valorar si esa relajación muscular es mayor que la que se consigue con un Placebo.
3. Estudiar si el TENS produce analgesia en los pacientes con TTM de tipo muscular.
4. Valorar si la analgesia es mayor que la que se consigue con un Placebo.
5. Estudiar en cual de los efectos: relajación muscular y analgesia, se muestra más eficaz el TENS.

MATERIAL

“En principio la investigación necesita más cabezas que medios”

Severo Ochoa

7.1. MATERIAL HUMANO

En este estudio clínico, la población de referencia son mujeres que acuden a la clínica del “Título propio de Especialista en Trastornos Temporomandibulares y Dolor Orofacial” de la Facultad de Odontología de la UCM.

Se estudia la posible respuesta antinociceptiva y de relajación muscular inducidas por el TENS en una población controlada con TTM de tipo muscular, a nivel de los músculos maseteros y temporales anteriores.

Para ello hemos seleccionado un grupo lo más homogéneo posible de 75 pacientes en los que se ha demostrado clínicamente la existencia de dicha patología (GRUPO CASOS) y los hemos clasificado de forma aleatoria en dos grupos según el tratamiento recibido. El primer grupo está formado por 38 pacientes que recibieron tratamiento con TENS durante 45 minutos y el segundo formado por 37 pacientes que recibieron durante igual tiempo placebo. Los resultados obtenidos de en los registros electromiográficos y de la escala de VAS, se han comparado con los registros de un GRUPO CONTROL, compuesto por 71 pacientes sanos, de los cuales a 36 de ellos, se le aplica el TENS y a 35 placebo.

- CRITERIOS DE INCLUSIÓN

En ambos grupos de estudio todos los pacientes reúnen las siguientes características:

1. Edad comprendida entre 18 y 65 años

Seleccionamos pacientes de edades comprendidas entre los 18 y los 65 años, por ser el grupo de edad que padece con mayor frecuencia y severidad los síntomas de TTM ^(36, 38, 42). La edad es un factor importante que influye en la fuerza de los músculos elevadores de la mandíbula en términos de fuerza de mordida máxima. **Bakke y Moller** en 1992 encontraron una fuerza de mordida máxima entre los 20 y 50 años a partir del cual la masa muscular y la fuerza suelen disminuir progresivamente ⁽¹⁾. Este fenómeno es más acusado en las mujeres a partir de la menopausia hasta los 60 años de edad ⁽⁴³⁾. A partir de entonces se hace más

evidente en los hombres⁽¹⁾.

2. Sexo femenino

En este trabajo no hemos incluido dentro del mismo grupo de estudio a personas de ambos sexos debido a las importantes diferencias estructurales que existen entre los músculos de los hombres y las mujeres.

La diferencia en la fuerza de mordida máxima entre ambos sexos está bien documentada⁽²¹²⁾. El factor más determinante de la fuerza de contracción de un músculo es su tamaño, medido en términos de área de sección, hasta el punto de que sus variaciones podrían explicar hasta un 50% de las diferencias de fuerza entre los distintos individuos^(1, 185).

Los esteroides sexuales son responsables, en parte, del tamaño y del número de fibras que componen esa masa muscular. Ello explica que en términos generales siempre desarrolle más fuerza el músculo de un hombre que el de una mujer.

El hecho de haber seleccionado a mujeres para este estudio obedece fundamentalmente a cuestiones de disponibilidad, ya que es este sexo el que más frecuentemente se ve afectado por los trastornos temporomandibulares en proporción de 6:1 y 9:1 según los estudios **Mc Neil, Poveda Roda, Schulz**^(33, 41, 213) y, por tanto, es el que acude con mayor frecuencia a consulta con este tipo de problemas.

3. Integridad de las arcadas dentarias

Consideramos como individuos objeto de estudio aquellos que presentaban sus arcadas completas, admitiendo como máximo la ausencia de un diente por cuadrante.

Se admiten también pacientes con restauraciones y reposiciones dentarias mediante prótesis fija, como muestra representativa de la población habitual.

Estudios electromiográficos anteriores⁽²¹⁴⁾ han demostrado que existe una relación directa entre la actividad máxima que pueden desarrollar los músculos elevadores en el cierre y el número de contactos dentarios.

Bakke y colaboradores, en 1992⁽¹⁾ refieren que los contactos oclusales

dentarios en la posición intercuspídea están relacionados con la actividad electromiográfica observada durante la masticación. **Gibbs** y colaboradores ⁽²¹⁵⁾ también refieren que los contactos oclusales se relacionan con el nivel de actividad del músculo masetero también a niveles sub-máximos.

También se ha demostrado que la inestabilidad oclusal provocada por un edentulismo, ya sea parcial o total, determina niveles de fuerza y de actividad eléctrica muscular claramente inferiores a los del sujeto totalmente dentado.

El paciente totalmente desdentado o con amplias edentaciones, según estos criterios, puede considerarse siempre un paciente disfuncional y, por tanto, no necesita pruebas complementarias como la electromiografía para completar su diagnóstico.

- CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

De los casos seleccionados, fueron eliminados 4 pacientes por diferentes causas:

- Pacientes que no reúnen los criterios de inclusión.
- Patología sistémica neurológica o muscular diagnosticada, ante la sospecha de que pudiera condicionar los resultados de las pruebas.
- Patologías psiquiátricas.
- Pacientes que abandonaron el estudio y que decidieron no participar en el estudio (Declaración de Helsinki).
- Pacientes no colaboradores.
- Pacientes que habían recibido anteriormente tratamiento con TENS.
- Pacientes portadores de marcapasos.
- Pacientes con procesos neoplásicos.
- Embarazo.

A todos los sujetos que cumplían estos criterios se les realizó una historia clínica y exploración RDC/TMD, que clasifica a toda la población de referencia en dos grupos:

1. Sujetos con TTM muscular (dolor miofascial) clínicamente objetivable (**POBLACIÓN DE ESTUDIO**).
2. Sujetos sanos (**GRUPO CONTROL**).

7.2. MATERIAL CLÍNICO

7.2.1. TENS

Para la aplicación del TENS, utilizamos Myomonitor J4, que se ha diseñado de tal manera que permite una estimulación simultánea y bilateral de los nervios cervicales V y VII.

Es un TENS de baja frecuencia (de 0,5 a 10 Hz).

- Estímulo eléctrico: onda bifásica asimétrica de 150 a 250 microsg. Corriente alterna. Pila de 9V.
- Para la aplicación Intensidad: regulable continua de 0 a 25 mA suficiente para provocar contracción muscular.
- Periodicidad del estímulo: Fija. 1,5 segundos.
- Electrodo de superficie (Myotrodes): 2 activos (negativos) y 1 pasivo (positivo).
- Regulador de balance.
- Regulador de intensidad.
- Tiempo: 45 minutos.

Este trabajo se ha realizado según la técnica descrita por **Robert Jankelson** ⁽⁷⁸⁾. En los objetivos planteados siempre nos referimos al Myomonitor J4 y a esta técnica, cuando hablamos de tratamiento con TENS. Y, por tanto, los resultados y las conclusiones obtenidas a partir de ellos, son sólo aplicables al tratamiento con Myomonitor J4 de Myotronics.



Figura nº 13. Myomonitor J4 y los electrodos myotrodes

7.2.2. ELECTROMIÓGRAFO (EMG)

Para este estudio electromiográfico utilizamos el aparato Myotronics K6-I Diagnostic SystemR (Myotronics Research, Inc. Seattle, Wa) disponible en la clínica del “Título propio de Especialista en Trastornos Temporomandibulares y Dolor Orofacial” de la UCM.

Se trata de un sistema informático integrado que consta de un electromiógrafo, un kinesiógrafo y un sonógrafo conectados a un ordenador IBM Pc 386 con un programa de software versión 2.11 para ejecutar todas las funciones.



Figura nº 14. Sistema K6 (EMG, kinesiógrafo y sonógrafo)

Este sistema permite hacer un análisis simultáneo de la actividad de los músculos masticadores monitorizados, de la posición mandibular y de los movimientos mandibulares. En nuestro estudio sólo registramos la posición de reposo mandibular de los músculos maseteros y temporales anteriores.

Para cada tipo de prueba, el K6-I tiene diseñado un tipo de pantalla o «Scan», con una sensibilidad predeterminada, que puede variarse para facilitar la interpretación del gráfico de la señal. En nuestro estudio hemos empleado el Scan 9, para registrar la actividad de reposo de los músculos monitorizados antes de la aplicación del TENS y Scan 10, para registro posterior de reposo muscular.

En las pruebas de reposo realizadas pretendemos medir la actividad mioeléctrica media de cada músculo monitorizado. Para ello el electromiógrafo K6I de la casa Myotronics incorpora en su software un programa que permite calcular dicha actividad media en registros de duración menor o igual a 15 segundos.

Se procesan los potenciales de acción derivados de electrodos bipolares de las siguientes parejas de músculos:

1. Temporales anteriores izquierdo y derecho.
2. Maseteros izquierdo y derecho.

Características técnicas del Electromiógrafo Myotronics K6-I:

- Electromiógrafo de 8 canales.
- Electrodo bipolares de disco de Ag-AgCl. Diámetro de 10 mm y separación de 20 mm.
- Amplificadores, características técnicas:
 - Ratio de rechazo de la señal común (CMRR): 90db (superior a 100.000:1).
 - Impedancia de entrada: 12 12MΩ.
 - Espectro de amplitudes (pico a pico): 0-1000μV.
 - Espectro de frecuencias: 25-500Hz.
 - Factor de Amplificación: 13.000.
 - Resolución: 0,1 μV.
 - Relación de señal ruido: <2μV RMS (20-500Hz).
- Se rectifica la seña a media onda y se digitaliza con un conversor A/D de
- 16 bits. Pantalla de tubo de rayos catódicos.



Figura nº 15: Electromiógrafo Myotronics K6-I y electrodos

Se transfiere y almacena en el ordenador para su posterior análisis. El software permite visualizar la señal en un monitor con una resolución de 0,1 μ V.

7.2.3. Escala visual analógica

La Escala visual analógica, es una escala de dolor, para dar objetividad a la prueba, ya que la percepción del dolor por parte del paciente es subjetiva.

Sobre una escala de 0 a 10, el paciente evalúa su grado de percepción de dolor. Tomando como valor 0, la ausencia total de dolor y valor 10 considerado el máximo dolor imaginable.

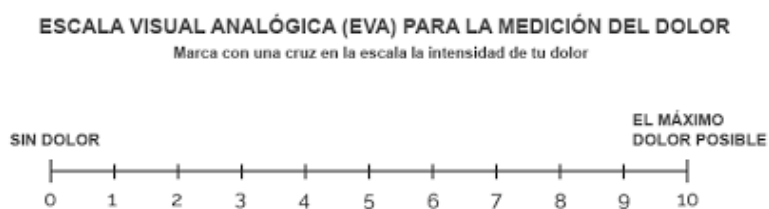


Figura nº 16. Escala visual analógica (VAS)

MÉTODO

“Si no conozco una cosa, la investigaré”

Louis Pasteur

8.1. DISEÑO DEL ENSAYO

Se trata de un estudio experimental aleatorizado.

En primer lugar, estratificamos a los pacientes según criterios de salud/enfermedad: Pacientes con TTM de tipo muscular (**Casos**) que se comparan con un grupo de pacientes sanos (**Controles**).

Consideramos que era importante asegurar que los pacientes se distribuyesen de manera equilibrada entre los grupos de tratamiento y con el fin de evitar sesgos en la formación de los diferentes subgrupos de estudio, se realizó una asignación aleatoria, después de que se decidiera que pacientes reunían los criterios de inclusión y exclusión especificados, y que una vez informado, haya dado su consentimiento para participar en dicho estudio.

El tipo de asignación aleatoria elegida para este estudio, fue por bloques, es decir, que los pacientes se asignaron al azar variando la asignación a TENS o a Placebo dentro de cada bloque ⁽¹⁵³⁾.

En nuestro estudio reclutamos un total de 146 pacientes que se distribuyeron de manera uniforme de la siguiente manera:

- 38 Casos TENS (26%).
- 37 Casos Placebos (25,3%).
- 36 Controles TENS (24,7 %).
- 35 Controles Placebo (24%).

La aleatorización se realizó mediante una tabla de números aleatorios. Utilizando la técnica de los sobres opacos cerrados ^(216, 217), que contenían cartulinas en las que estaba escrito el tipo de tratamiento a recibir por el paciente, existiendo el mismo número de tarjetas de un tipo de tratamiento que otro. Los sobres se almacenaban dentro de una urna en área segura a la que sólo el investigador tenía acceso.

El día de la prueba, el ejecutor del estudio, que era una persona diferente al investigador, obtenía un sobre de la urna, y aplicaba el tratamiento indicado.

Después de esto, registraba los datos para su posterior análisis por el investigador el estudio.

Este estudio se realizó concurrente en el mismo periodo de tiempo y a doble ciego en lo referente a la interpretación de registros ⁽²¹⁸⁾.

8.2. TAMAÑO DEL ENSAYO

Se realizó un estudio piloto con 76 pacientes, 58 casos y 18 controles, y con los resultados obtenidos, se establecieron las premisas para poder predeterminar el tamaño de la muestra.

El cálculo del tamaño muestral se realizó considerando tres objetivos del estudio, calculándose para cada uno de ellos y finalmente nos quedamos con el máximo de las dos estimaciones de la muestra. Los objetivos fueron los siguientes:

1. Objetivo 1

- Diferencias en el delta de la puntuación del VAS (Escala Visual Analógica) entre los pacientes (casos) y los placebos (controles).
- Para responder al objetivo, se estima un descenso de 3.0 ± 1.3 puntos en los casos, y 0.7 ± 0.7 en los controles (datos del estudio piloto).
- Se establece un nivel de significación estadística del 95% y una potencia del 90%.
- Con la fórmula para cálculo del tamaño muestral basada en la comparación de medias, con razón 1:1 (un control por cada caso), debemos de tener un total de 23 pacientes en cada grupo. Teniendo en cuenta una posible pérdida del 10%, debemos muestrear un total de 26 en cada grupo, por lo tanto 52 pacientes.
- Si la razón de control por caso es 1:2, deben ser mínimo de 15 controles y 30 casos, con las posibles pérdidas, muestrear 17 controles y 34 casos.

2. Objetivo 2

- Diferencias en el delta de la puntuación LMM entre los pacientes (casos) y los placebos (controles).

- Para responder al objetivo, se estima un descenso de 0.79 ± 1.07 puntos en los casos y -0.11 ± 1.77 en los controles (datos del estudio piloto).
- Se establece un nivel de significación estadística del 95% y una potencia del 90%.
- Con la fórmula para cálculo del tamaño muestral basada en la comparación de medias, con razón 1:1 (un control por cada caso), debemos de tener un total de 56 pacientes en cada grupo. Teniendo en cuenta una posible pérdida del 10%, debemos muestrear un total de 63 en cada grupo, por lo tanto 126 pacientes.
- Si la razón de control por caso es 1:2, deben ser mínimo de 36 controles y 62 casos, con las posibles pérdidas, muestrear 40 controles y 69 casos.

3. Objetivo 3

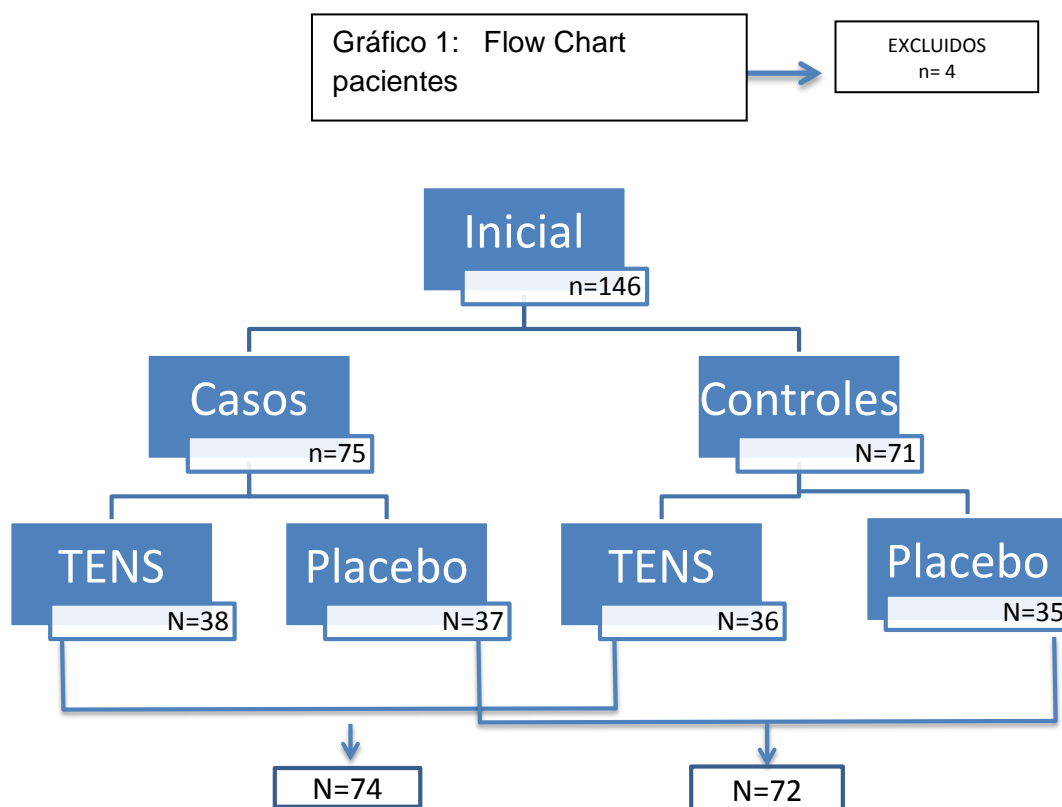
- Diferencias en el delta de la puntuación RMM entre los pacientes (casos) y los placebos (controles).
- Para responder al objetivo, se estima un descenso de 1.20 ± 1.91 puntos en los casos y 0.41 ± 0.97 en los controles (datos del estudio piloto).
- Se establece un nivel de significación estadística del 95% y una potencia del 80%.
- Con la fórmula para cálculo del tamaño muestral basada en la comparación de medias, con razón 1:1 (un control por cada caso), debemos de tener un total de 57 pacientes en cada grupo. Teniendo en cuenta una posible pérdida del 10%, debemos muestrear un total de 64 en cada grupo, por lo tanto 128 pacientes.
- Teniendo en cuenta una posible pérdida del 20%, debemos muestrear un total de 72 en cada grupo, por lo tanto 144 pacientes.
- Si la razón de control por caso es 1:2, deben ser mínimo de 70 controles y 140 casos, con las posibles pérdidas, muestrear 78 controles y 156 casos.

Una vez predeterminado el tamaño muestral, fuimos reclutando sujetos hasta responder al **objetivo 3**, teniendo en cuenta las posibles pérdidas del 20%, se debían de muestrear, un total de 72 pacientes en cada grupo.

En nuestro caso, se recogieron datos, de 146 pacientes que fueron clasificados en casos ($n=74$) y controles ($n=72$). Posteriormente, cada grupo podían entrar de forma

aleatoria, en dos subgrupos de tratamiento, pudiendo estar dentro del grupo TENS o del grupo PLACEBO.

Siguiendo el planteamiento anterior, la muestra se distribuyó en 4 grupos de estudio:



La fórmula utilizada para el cálculo del tamaño muestral fué la siguiente:

$$n = \frac{2(Z_{1-\alpha} + Z_{1-\beta})^2 * S^2}{d^2}$$

Dónde:

- S es la desviación estándar de la variable.
- D es el valor mínimo de la diferencia que se desea detectar.
- $Z_{1-\alpha}$ es el valor Z correspondiente al riesgo α fijado (según nivel de confianza estadística).
- $Z_{1-\beta}$ es el valor Z correspondiente al riesgo β fijado (según nivel de potencia estadística)

8.3. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Todos los participantes en el estudio recibieron información sobre la finalidad y posible utilidad del estudio clínico (**Anexo nº 1**), validado con un dictamen favorable por el Comité Ético del Hospital Clínico San Carlos (**Anexo nº 2**), y de la posibilidad de entrar en dos tipos de grupos: grupo TENS o placebo.

Para poder participar en el estudio los participantes debían previamente firmar un consentimiento informado (**Anexo nº 3**), siguiendo los principios de la Declaración de Helsinki de 1963 de la Asociación Médica Mundial (<http://www.wma.net/s/policy/pdf/17c.pdf>), pudiendo revocarlo a lo largo del mismo.

8.4. EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO DE MEDIDA

8.4.1. Test de reproducibilidad (Apartado de resultados y Anexo)

Para evaluar la reproducibilidad de los registros electromiográficos, comparamos los resultados de mediciones tomadas en cinco sujetos durante cinco días consecutivos, reproduciendo el protocolo utilizado en la toma de registros para la actividad postural de reposo y la contracción voluntaria máxima en máxima intercuspidad, para los músculos masetero y fibras anteriores del músculo temporal. Puesto que la colocación de los electrodos es un factor muy importante en

la reproducibilidad de los registros electromiográficos de superficie se realizaron marcas de tinta a modo de tatuajes temporales en la zona de ubicación de los electrodos, para poder reproducir con exactitud su localización.

8.4.2. Análisis estadístico (ver en apartado método estadístico Y ANEXO 6)

Para este test, empleamos el análisis ANOVA de medidas repetidas con dos factores:

- Factor intrasujeto (cinco días consecutivos).
- Factor intersujeto (APR y MCV-MI); en algunos casos se recurrió a las pruebas Post hoc Student – **Newman – Keuls** (SNK).

8.4.3. Método de “Enmascaramiento del Placebo”

Se realizó con el aparato encendido por debajo la intensidad de estímulo óptima, imitando exactamente la técnica de estimulación eléctrica.

Medimos el “efecto placebo” con la escala VAS.

8.5. HISTORIA CLÍNICA Y EXPLORACIÓN

A todos los pacientes que reunían los criterios de inclusión, se les realizó una historia clínica y una exploración, según los criterios RDC-TMD, que nos permitió realizar un diagnóstico clínico. La historia clínica fue siempre realizada por el mismo profesional.

El test RDC-TMD (Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders) ⁽³⁵⁾, clasifica a los pacientes en diferentes grupos según sea su tipo de problema:

- Clasificación diagnóstica del eje I (Dolor físico):
 - Grupo I: TTM muscular
 - Grupo Ia: Dolor miofascial.
 - Grupo Ib: Dolor miofascial con limitación de apertura.
 - Grupo Ic: Sin diagnóstico del grupo I.
 - Grupo II: TTM articular
 - Grupo IIa: Desplazamiento de disco con reducción.
 - Grupo IIb: Desplazamiento de disco sin reducción con limitación de apertura.
 - Grupo IIc: Desplazamiento de disco sin reducción sin limitación de apertura.
 - Grupo IId: Sin diagnóstico en el grupo.
 - Grupo III: TTM inflamatorio
 - Grupo III.a: Artralgia.
 - Grupo III.b: Osteoartritis de ATM.
 - Grupo III.c: Osteoartrosis de ATM.
 - Grupo III.d: Sin diagnóstico en el grupo III

Valoración del eje II (relaciona el dolor con el aspecto psicosocial y la ansiedad):

- Escala de dolor crónico y depresión.
- Síntomas psíquicos no específicos.
- Checklist de discapacidad mandibular.

Valiéndonos del test RDC-TMD, separamos al grupo de los sanos (CONTROLES), de los enfermos (CASOS). Posteriormente, a estos últimos los clasificamos según el origen de su problema que puede ser muscular, articular y/o ambos; tomando para nuestro estudio a los que tenían problemas musculares (Eje I), pudiendo presentar signos y síntomas del grupo II y III.

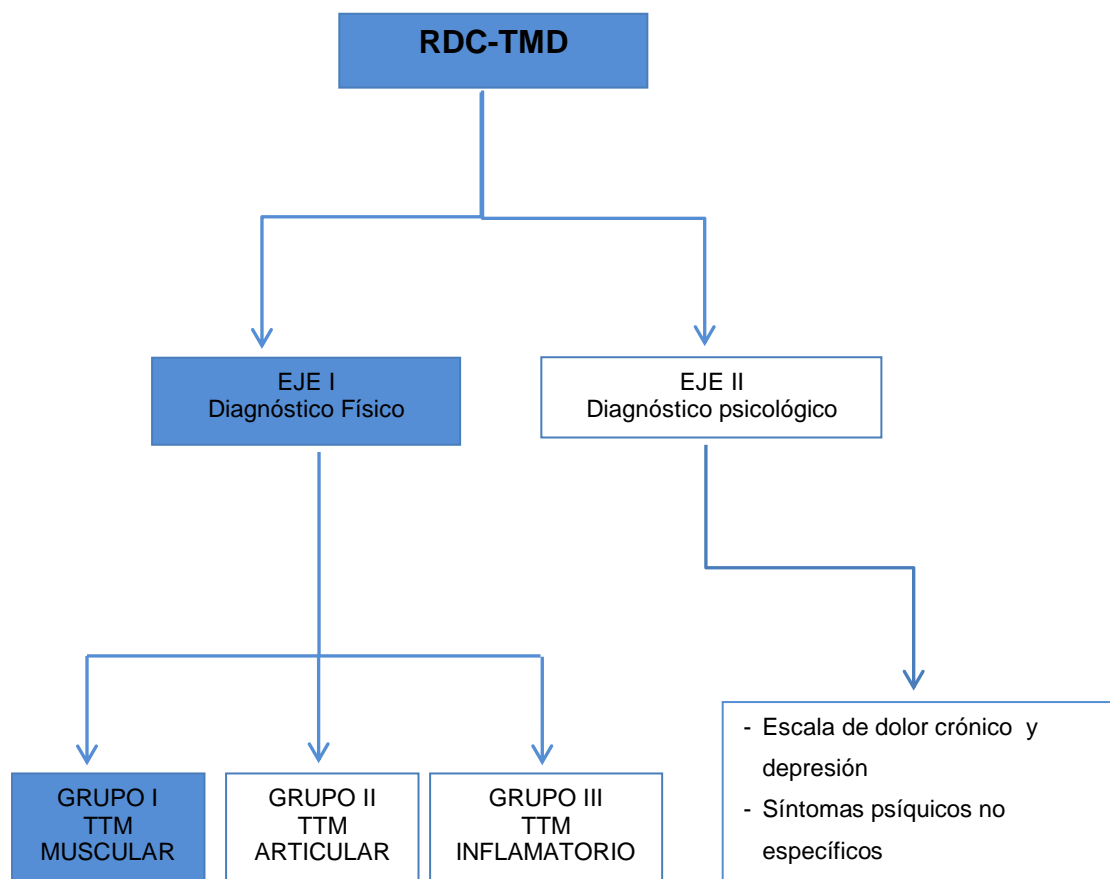


Figura nº 17. Esquema diagnóstico RDC/TMD

Para el uso de los Criterios Diagnósticos en la Investigación Clínica de los Trastornos Temporomandibulares (CDI/TTM) (**Anexo nº 4**), se deben recopilar los datos de la historia, utilizando cuestionario del paciente (**Anexo nº 4.4**) y el examen clínico (**Anexo nº 4.5**).

Estos criterios CDI/TTM incluyen:

- A. Cuestionario de la historia del paciente. (**Anexo nº 4.3**).
- B. Protocolos de examen de RDC-TMD (**Anexo nº 4.1**).
- C. Indicaciones para el examen:
 - Instrucciones generales para el examen de los TTM (**Anexo nº 4.2**).

- Instrucciones examen. (**Anexo nº 4.3**)
- D. Eje I: Criterios diagnósticos del eje I. (**Anexo nº 4.7**).
- E. Eje II: Estado psicosocial y limitación (incapacidad).
- F. Escala graduada de dolor crónico.
- G. Escala de ítems de ansiedad.
- H. Apéndice: Edad- sexo ajustado a las normas de ítems según la escala de ansiedad.
- I. Resumen de los resultados del paciente. (**Anexo nº 4.6**)

En nuestro estudio, sólo utilizamos los puntos de la A-E e I.

8.5.1. Cuestionario de historia clínica

Se realizó una anamnesis guiada mediante un cuestionario para afinar la sintomatología que presentaba, realizando preguntas sobre:

- Edad, sexo, raza, estado civil (recogidos estas variables en un cuestionario demográfico).
- Estado socioeconómico (familia, trabajo).
- Estado de salud/enfermedad actual.
- Historia de enfermedades reumáticas.
- Historia de traumatismos, migrañas
- Estado psicoemocional (estrés, ansiedad, depresión).
- Presencia de dolor (muscular, articular, ambos, cervical). Localización: unilateral, bilateral, difuso, irradiado, etc.
- Limitación de apertura, ruidos articulares, zumbidos.
- Hábitos o parafunciones.
- Dolor o rigidez mandibular.
- Intensidad del dolor mediante la escala visual analógica (VAS) en las actividades diarias y en episodios de crisis.
- Masticación, interrogando sobre dificultad, fatiga, lado de preferencia.
- Cuidados dentales (higiene oral).

8.5.2. Examen clínico (Anexo 4.3)

8.5.2.1. Ubicación del dolor:

Se pregunta la ubicación del dolor:

Ninguna, derecho, izquierdo o ambos.

8.5.2.2. Tipo de dolor

Muscular o articular, ambos.

8.5.2.3. Patrón de apertura:

- a) Recto: Si no existe ninguna desviación perceptible durante la apertura.
- b) Desviación lateral a la izquierda o derecha: en desviaciones unilaterales en apertura máxima, se determina hacia qué lado se desvía la mandíbula y se registra.
- c) Desviación corregida (desviación en “S”): El paciente presenta una desviación unilateral perceptible hacia un lado, pero se corrige hacia la línea media antes o llegando a la apertura máxima no asistida.
- d) Otros: movimientos irregulares (no uniforme, no continuo) o tiene un patrón de apertura diferente a los anteriores. Si tiene más de un patrón de apertura, se indica junto con el tipo de desviación y se utiliza esta categoría y se escribe “más de uno”.

8.5.2.4. Rango del movimiento vertical mandibular

- a) Apertura mandibular no asistida sin dolor:

Se mide la distancia desde el borde incisal del incisivo central superior más vertical hasta el borde incisal del incisivo inferior.



Figura nº 18. Líneas de referencia para mediciones. Se marca el incisivo más vertical y líneas medias dentarias



Figura nº 19. Apertura mandibular no asistida sin dolor

b) Apertura mandibular máxima no asistida:

- Medición: Pedimos al paciente abrir la boca lo más que pueda, aunque sienta dolor y se registra igual que en el apartado anterior.
- Dolor. Se pregunta al paciente, "si ha notado dolor o no" durante la apertura máxima no asistida y se registra:

- Localización: se anota el lado del dolor como "Ninguno" (0). "Derecho" (1). "Izquierdo" (2) o "Ambos" (3).
- Dolor en la ATM: "Presente" (1) o "Ausente" (0).

Si el paciente no ha tenido dolor, se marca "NA" (9).

Si el paciente indica presión o tensión, se registra como "Ninguno".



Figura nº 20. Apertura mandibular máxima no asistida.

c) Apertura mandibular máxima asistida:

- Medición: Una vez que el sujeto tenga la boca abierta al máximo, se coloca el dedo pulgar en el borde de los incisivos superiores, y en forma cruzada se coloca el dedo índice sobre los incisivos centrales mandibulares.

- Dolor. Se anota si el paciente siente o no dolor y su localización de la misma manera que en el apartado anterior.

Si el paciente indica sensación de presión o tensión, registramos como "ninguno".



Figura nº 21. Apertura mandibular máxima asistida

d) Sobremordida vertical:

Pedimos al paciente que cierre la boca manteniendo los dientes completamente juntos. Con un lápiz marcamos una línea donde llega el borde del incisivo central superior de referencia, al incisivo inferior.

Medición: distancia desde el borde incisal del incisivo inferior marcado, a la línea realizada en el incisivo superior más vertical.



Fgura nº 22. Medición de la sobremordida

8.5.2.5. Palpación de sonidos articulares durante el movimiento vertical

Colocamos el dedo índice izquierdo sobre la articulación derecha y el derecho sobre la izquierda (área preauricular). Pedimos al paciente que abra la boca lentamente, lo máximo que le sea posible y cierre hasta conseguir la máxima intercuspidad, aun si ello le causa dolor. Posteriormente anotamos el sonido que se produce en la articulación en apertura o cierre tal como es detectado durante la palpación.

a) Definición de sonidos.

0 = Ninguno

1 = *Click*. Un sonido preciso, de corta y limitada duración con un claro comienzo y final, el cual generalmente suena como "*click*". Se anota con un círculo este ítem, sólo si el *click* ocurre en dos de tres movimientos de apertura y cierre.

2 = Crepitación gruesa. Es un sonido continuo, en un periodo largo de tiempo, el cual ocurre durante el movimiento mandibular. Es un ruido producido por el contacto de dos superficies óseas, o como moliendo una piedra contra otra piedra.

3 = Crepitación fina. Un sonido rechinante fino, continuo en un periodo más largo durante el movimiento mandibular de apertura o cierre. Puede ser descrito, como un sonido de frontamiento o crujido sobre una superficie áspera.

b) Evaluación de Clicking.

- *Click* reproducible en movimiento de apertura. Si durante los movimientos de apertura o cierre desde la posición de máxima intercuspidad, un *click* que es detectado en dos o tres movimientos de apertura se anota como un *click* positivo de apertura.

- *Click* reproducible en movimiento de cierre. Es un *click* presente en dos o tres movimientos mandibulares de cierre.

- *Click* recíproco. Es un *click* reproducible eliminado en apertura de protrusiva.

Con la regla milimetrada, se mide la distancia interincisal, en la cual se escucha el click en el movimiento de apertura y cierre.

La eliminación de ambos *clicks*, apertura y cierre, se determina cuando el sujeto abre y cierra la boca en protrusión.

Se marca "Si" (1) si el *click* puede ser eliminado durante apertura y cierre en una posición más protruida. Si el click no es eliminado, se marca "No" (0). Si no se escucha el *click*, se marca "NA" (9).

8.5.2.6. Movimientos excursivos mandibulares

a) Lateralidades:

Pedimos al paciente que deslice la mandíbula todo lo que pueda hacia la derecha y luego a la izquierda. Si es necesario, se le pide que repita el movimiento.

Medimos con una regla milimetrada la distancia entre el espacio interincisal de los incisivos centrales superiores hasta el espacio interincisal de los incisivos centrales inferiores.

Además, le preguntamos si tiene o no dolor en las articulaciones y su ubicación. La ubicación se anota en dos formas: Anote lado del dolor como "Ninguno" (0), "Derecho" (1), "Izquierdo" (2), o "Ambos" (3).

También se anota si el dolor en la articulación está "Presente" (1) o "Ausente" (0). Si el paciente no tiene dolor se anota "NA" (9). Si dice sentir presión o tensión, se anota como "Ninguno".



Figura nº 23. Medición de la lateralidad derecha



Figura nº 24. Medición de lateralidad izquierda

b) Protrusión:

Se pide al paciente que deslice la mandíbula hacia adelante todo lo que pueda y se registra la medida de la distancia recorrida. Si el paciente siente o no dolor al realizar el movimiento, se registra y anotamos su ubicación. Si el paciente tiene la sobremordida aumentada, se le pide abrir de modo que pueda protruir sin tener interferencia de los incisivos.

Dolor. Preguntamos al paciente si tiene dolor. Si el sujeto indica sentir tensión o presión, se anota como "Ninguno".



Figura nº 25. Registro de protrusiva

c) Desviación de la Línea Media. Se anota en milímetros la distancia entre las dos líneas medias dentarias. Si las líneas están desviadas menos de un milímetro, o no están desviadas se anota "0".

8.5.2.7. Sonidos articulares durante los movimientos de lateralidad y protrusión

Se pide al paciente mover la mandíbula a la derecha, a la izquierda y hacia adelante.

- Evaluación de Clicking.

- *Click* reproducible durante movimientos de Lateralidad y Protrusión. Ocurre cuando la ATM muestra un *click* en dos o tres movimientos laterales o protrusivos de la mandíbula respectivamente.

- *Click* no reproducible durante movimientos de Lateralidad y Protrusión. Si el *click* no es reproducible en o al menos dos de tres movimientos, no se anota.



Figura nº 26. Palpación de sonidos articulares durante los movimientos excursivos mandibulares

8.5.2.8. Palpación de los músculos y la articulación

Se exploraron los músculos y las capsulas articulares mediante palpación digital, presionando en un sitio específico, usando la punta de los dedos índice y medio o sólo la yema del dedo índice con presión estandarizada: Aplicando 2 libras (1 kg) de presión para los músculos extraorales y 1 libra (0,5 kg) de presión en la ATM y músculos intraorales ⁽³²⁾.

Palpamos los músculos de un lado, mientras la mano opuesta se usa para apoyar la cabeza y así lograr la estabilidad de la misma. La mandíbula del sujeto deberá estar en una posición de reposo, sin contactar los dientes. Palpar los músculos mientras estén pasivos o en reposo.

Cuando se necesite, hacemos que el paciente apriete ligeramente los dientes y se relaje, para identificar la localización del músculo y asegurar la palpación en el

sitio correcto

A. Descripción de Sitios Específicos de Músculos Extraorales.

▪ **Temporal:** se palpa de forma bilateral; las fibras anteriores en la fosa infratemporal por encima del arco cigomático y por delante de la ATM; las fibras medias en la depresión ósea aproximadamente 2 cm lateral al borde externo de la ceja y las fibras posteriores por encima y detrás de la oreja. Además palpamos el tendón del temporal intraoralmente en el borde anterior de la apófisis coronoidea. Pedimos al paciente que apriete los dientes y que posteriormente adopte una posición de reposo, esto ayuda a identificar las fibras musculares.



Figura nº 27. Palpación de los músculos temporales anteriores derecho e izquierdo



Figura nº 28. Palpación de los músculos temporales posterior derecho e izquierdo



Figura nº 29. Palpación de los músculos temporales medio derecho e izquierdo

▪ **Masetero:** se palpa bilateralmente, colocando los dedos justo por debajo del arco cigomático, por delante de la ATM (masetero profundo) y cerca del extremo inferior de la mandíbula (masetero superficial). Se pide al paciente que primero apriete los dientes y luego se relaje (posición postural) para observar la localización del músculo.



Figura nº 30. Palpación de masetero derecho

- Origen del Músculo Masetero: se palpa el origen del músculo empezando en el área localizada 1 cm. inmediatamente frente a la ATM e inmediatamente bajo el área cigomática. Se palpa en dirección anterior hasta llegar al borde del músculo.
- Cuerpo del Masetero: justo abajo (inferior) del proceso cigomático, en el borde anterior del músculo, palpamos desde aquí hacia abajo y atrás, dirigiéndose al ángulo de la mandíbula cubriendo toda la superficie del músculo la cual tiene un ancho de aproximadamente 2 dedos.
- Inserción del Músculo Masetero: se palpa en el área 1 cm superior y anterior al ángulo de la mandíbula.
- Región Mandibular Posterior (Estilohiodea/Digástrico Posterior): se pide al paciente que incline un poco la cabeza hacia atrás, localizando el área entre la inserción del músculo esternocleidomastoideo y el borde posterior de la

mandíbula. Colocamos el dedo de modo que vaya medialmente y hacia arriba y no sobre la mandíbula. Palpar el área que se encuentra inmediatamente medial y posterior al ángulo de la mandíbula.

➤ **Región Submandibular (Pterigoideo Medial, Suprahioideo, Digástrico Anterior):** se localiza el sitio bajo la mandíbula, 2 cm. anterior al ángulo de la mandíbula y se palpa superiormente empezando hacia la mandíbula. Si el paciente tiene un dolor muy grande en esta área, hay que evaluar si es muscular o nodular. Si es dolor nodular, indicarlo en el formulario de examen.

A. Descripción de Sitios Específicos de Palpación Articular. (0,5 Kg de presión digital).

▪ **Polo Lateral:** se coloca el dedo índice justo antes del trago de la oreja y sobre la ATM del sujeto. Se pide al paciente que abra ligeramente hasta sentir la translación del polo del cóndilo hacia adelante. Se palpa con 0,5 Kg de presión en el lado que se está palpando y se sostiene la cabeza con la mano opuesta.



Figura nº 31. Palpación del polo lateral del cóndilo.

▪ **Inserción Posterior:** Este sitio se puede palpar intraconducto. Colocamos el dedo meñique derecho dentro del conducto auditivo externo derecho y el dedo meñique izquierdo en dentro del conducto auditivo externo izquierdo. Se pide al paciente que abra ligeramente la boca. Se presiona firmemente primero un lado y luego el otro, mientras los dientes del sujeto están completamente juntos.



Figura nº 32. Palpación de la inserción posterior del cóndilo derecho.

B. Descripción de Sitios Específicos de Palpación de músculos Intraorales (0.5 Kg de presión digital).

▪ **Pterigoideo Lateral:** Antes de palpar asegúrese de que la uña del dedo índice esté corta para evitar falsos positivos (debido a maltrato físico). Pida al sujeto abrir la boca y mover la mandíbula hacia el lado que está siendo examinado. (Mueva su mandíbula hacia mi mano). Coloque el dedo índice en el lado lateral del reborde alveolar sobre los molares maxilares, mueva el dedo distal, medial y hacia arriba para realizar la palpación.

▪ **El Tendón del Temporal:** Después de completar el pterigoideo lateral, rotamos el dedo índice lentamente cerca de la apófisis coronoidea. Se pide al paciente abrir ligeramente la boca y movemos el dedo índice hacia arriba por el

borde anterior de la apófisis coronoidea. Palpamos en el reborde más superior de la apófisis.

Una vez realizada la Historia Clínica y la Exploración, utilizamos el algoritmo diagnóstico para grupo I englobado dentro del EJE I, para poder diagnosticar de forma adecuada a los paciente con dolor miosfacial (**Anexo 4.7**)

8.6. ESTIMULACIÓN ELECTRICA TRANSCUTÁNEA (TENS)

El protocolo que seguimos para la neuroestimulación es el propuesto por **Robert Jankelson** (1990) ^(77, 78, 219).

8.6.1. Colocación de los electrodos

La colocación precisa de los electrodos a menudo requiere mucho tiempo y no existen reglas fijas. Los lugares más utilizados son aquellos que colocan los electrodos sobre el nervio más superficial y proximal responsable de la inervación de la zona dolorosa ^(64, 83, 88, 144), o sobre el nivel del segmento medular, en la salida de las raíces de los nervios periféricos relacionados sobre el tronco nervioso ^(113, 220-223).

Como regla general, estos son los principios básicos a seguir en la colocación de los electrodos ⁽⁶²⁾:

- a. Se recomienda no colocar los electrodos en la región anterolateral del cuello, en las proximidades del seno carotídeo, por el peligro de estimular el reflejo de este y causar bradicardia e hipotensión.
- b. No aplicarlo en pacientes que siguen un tratamiento con narcóticos o que presentan regiones anatómicas con sensibilidad disminuida.
- c. En zonas en las que la piel se encuentra lesionada, inflamada, infectada o sobre erupciones cutáneas.
- d. Sobre la piel anestesiada.

En nuestro estudio, colocamos dos electrodos autoadhesivos Myotrode de entrada estimulantes negativos, que se situarán sobre el nervio trigémino en su relación con la escotadura sigmoidea, a través de la cual las ondas bifásicas penetrarán gracias a la alta conductividad del tejido hasta el tronco del V par motor. Esta alta conductividad es proporcionada también, gracias al gel conductor que portan estos electrodos en su base ^(78, 103, 224) .



Figura nº 33. Vista lateral y frontal de posición de electrodos Myotrode a nivel del trago mandibular

La porción gelificada del electrodo, debe estar orientada directamente sobre el trago mandibular. Si se coloca el electrodo demasiado por debajo, se producirá una desviación de la señal de entrada hacia cervical por el hueso de la rama mandibular. Esta deflexión se traducirá en una cantidad anormal de estimulación sobre el hombro o contracción cervical, con muy poco aumento detectable de la mandíbula ⁽¹⁰³⁾ .

El tercer electrodo, que es considerado el polo positivo del circuito, *masa o tierra*, actúa como electrodo no activo, y se colocará en la parte posterior del cuello, en la línea media cervical justo debajo de la línea del cuero cabelludo.



Figura nº 34. Posición de electrodo tierra a nivel posterior del cuello

Durante la prueba, el paciente se mantiene sentado de forma cómoda en una silla, con los pies apoyados en el suelo, las rodillas flexionadas 90° y los brazos descansando sobre las piernas.

8.6.2. Tiempo de aplicación del TENS

Según la técnica de **Jankelson**, el tiempo de tratamiento necesario para obtener su efectividad analgésica y de relajación muscular es de 45 minutos ⁽⁷⁸⁾.

En general se asume, que una vez transcurridos un periodo de tiempo comprendido entre 30 y 45 minutos sin la presencia del efecto asociado, se recomienda adoptar los siguientes criterios: cambiar la polaridad y/o la posición de los electrodos, programar la modulación de frecuencia de emisión de impulsos o cambiar a la modalidad de trenes de impulsos.

8.6.3. Ajuste de parámetros

En nuestro estudio utilizamos un Myomonitor J4 de la casa Myotronics, que emite estímulos eléctricos de baja frecuencia de 0,5 a 10 Hz con una onda bifásica asimétrica de 150 a 250 microsegundos sobre el trigémino. El aparato consta de otros dos parámetros (amplitud y balance) que son regulables.

Entonces, una vez colocados los electrodos procedemos al ajuste de la amplitud y del balance del generador de impulsos.



Figura nº 35. Myomonitor J4 y electrodos Myotrode

8.6.3.1. Amplitud

El aparato nos permite controlar la intensidad o fuerza del estímulo, que puede ajustarse de 0 a 10 mA.

Para graduar la amplitud, se realiza mediante la maniobra del dedo meñique descrita por **Jankelson**, en la cuál, este dedo se coloca sobre el borde incisal inferior entre las dos arcadas dentarias y se va subiendo la amplitud hasta que conseguir contracciones a nivel mandibular y en la musculatura masticatoria de 1 mm aproximadamente por cada pulsación ⁽⁷⁸⁾.



Figura nº 36. Graduación de la amplitud mediante la técnica de Jankelson

Una vez conseguido el primer umbral del estímulo, mantendremos dicha posición de la amplitud durante 10 minutos, y a partir de entonces se buscará un umbral de reposo cuyo potencial de acción máximo sea aceptado por el paciente en particular. Por este motivo será necesario individualizar para cada paciente el umbral del estímulo, es decir, la amplitud mínima necesaria para conseguir la estimulación del nervio ⁽¹⁷¹⁾.

Cada movimiento consiste en una rápida elevación de la mandíbula seguida inmediatamente de una caída a la posición de reposo.

La elevación, se debe al predominio de la acción de los músculos elevadores sobre los depresores ante un mismo estímulo del TENS.

En la aplicación del TENS durante un tiempo determinado, suele haber una disminución de la sensación de estímulos a la corriente, por la habituación u adaptación del paciente al estímulo. Por lo que en ciertos intervalos de tiempo, debemos subir la amplitud, para evitar el fenómeno conocido como tolerancia ⁽²²⁵⁻²²⁹⁾.

Hay que controlar al paciente cada 10-15 minutos puesto que las contracciones musculares se hacen más profundas a medida que la mandíbula se relaja. Hay que

asegurarse que los dientes no toquen entre sí cuando están pulsando. Si esto sucede hay que reducir la amplitud.

8.6.3.2. Balance

.La cantidad de impulsos para producir la contracción, puede variar en cada lado de la cara, dependiendo del grado de contractura muscular previa. Por lo que es necesario regular la intensidad del estímulo hasta conseguir por igual en ambos lados. Este ajuste es subjetivo, ya que depende de la información que nos transmite el paciente. En algunas situaciones, debido a la proximidad de los electrodos estimulantes al nervio facial, es posible observar pequeñas contracciones de los músculos orbiculares y de otros músculos de la mímica facial.

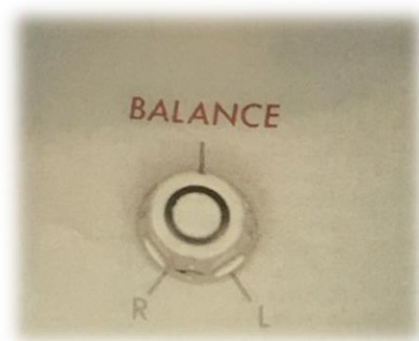


Figura nº 37. Botón de ajuste de balance

8.6.3.3. Método de “Enmascaramiento del Placebo”

Se realiza aplicando el Myomonitor J4, por debajo de la intensidad de estimulación óptima (8 a 25 mA), imitando al tratamiento, sin producir los efectos de este. Este parámetro habrá que individualizarlo para cada paciente según el umbral de percepción.

Los pacientes de los grupos placebo, recibieron instrucciones idénticas y un ajuste similar en la colocación de los electrodos.

Y todos los pacientes fueron informados de que podían o no percibir la estimulación de las unidades, que la estimulación estaba a veces por debajo del umbral de percepción de una persona, y que esto no debía ser congruente.

8.6.4. Principios básicos de seguridad

Durante la utilización del aparato de TENS, de deben seguir las siguientes normas:

1. Apagar el aparato antes de poner y quitar electrodos.
2. Siempre debe permitirse el movimiento normal del sujeto sin que esté limitado por el electrodo del cable.
3. Después de una aplicación prolongada, puede producirse una irritación local de la piel debajo o alrededor de los electrodos, por lo que recomendamos aplicar crema hidratante. Debe asegurarse el cuidado de la piel en la zona de aplicación.

8.7. REALIZACIÓN DE LOS REGISTROS ELECTROMIOGRÁFICOS

Para estudiar la efectividad del TENS, se analiza la actividad muscular antes y después de su aplicación, haciendo registros electromiográficos de reposo mandibular de los músculos maseteros derechos (RMM) e izquierdos (LMM), temporales anteriores derechos (RTA) e izquierdos (LTA).

El estudio neuromuscular se realiza como ya hemos comentado (en el apartado Material) con Electromiógrafo K6-I Myotronics que amplifica, filtra, rectifica y digitaliza la señal obtenida.

El sistema K6-I divide a los músculos en grupos: Grupo A (fascículo anterior del temporal y masetero); Grupo B (fascículo posterior del temporal y digástrico) y Grupo C (esternocleidomastoideo y trapecio). Registramos la actividad de los músculos del grupo A porque son los más accesibles a la EMG de superficie por su longitud y superficialidad.

Por este motivo, pretendemos estudiar el comportamiento de los músculos maseteros y temporales anteriores en pacientes con trastorno temporomandibular de tipo muscular ^(1, 174, 230), por medio de técnicas electromiográficas y compararlos con un grupo control de pacientes sanos ⁽¹⁸¹⁾.

Seleccionamos estos músculos por los siguientes motivos:

1. Por ser los principales músculos de la masticación.
 - Temporal el principal responsable de la postura mandibular y por tanto el más sensible a cambios de la postura mandibular ^(18, 19).
 - Masetero por ser el músculo más potente ⁽¹⁷⁾.
2. Por ser los más fácilmente accesibles en las técnicas EMG con electrodos de superficie.
3. Por ser los músculos más frecuentemente estudiados en la bibliografía consultada, lo cual nos permitirá contrarrestar los resultados.

8.7.1. Técnica: colocación de los electrodos

Debemos indicarle al paciente que debe acudir sin cremas hidratantes o maquillaje. En primer lugar procedemos a la limpieza de la zona donde van a ir pegados los electrodos de superficie.

Para reducir la impedancia, se prepara la zona de colocación de los electrodos mediante una crema limpiadora que elimina los excesos de grasa y las células muertas de la capa superficial de la epidermis (Nuprep®), cuya composición es agua, óxido de aluminio, propanodiol, sodio poliacrilato, metilparabenos, propylparabeno Tec. Así, logramos reducir hasta en un 70% la impedancia natural de la piel al paso de la corriente eléctrica, que debe ser siempre inferior a 500Ω. También es importante la eliminación del vello mediante su rasurado.

Previo a la colocación de los electrodos, se dispensa en cada electrodo una pequeña cantidad de pasta conductora (Ten 20 conductive®). Debemos esperar de 3 a 5 minutos antes de realizar los registros para permitir que la piel absorba el gel conductor y disminuir de este modo su resistencia eléctrica.



Figura nº 38. Pasta limpiadora “Nuprep” y pasta conductora “EC2”

Los electrodos de superficie bipolares de más comúnmente utilizados son los de Cl-Ag (plata clorurada) con una pasta conductora. Estos electrodos de plata/clorurada nos proporcionan una transición estable con un ruido bajo. La pasta conductora disminuye la impedancia de los tejidos cutáneos y electrodo, y mejora la conducción. Una impedancia baja ofrece registros estables y niveles reducidos de ruido del electrodo. La impedancia varía, dependiendo del tipo de electrodo, del material, de la localización del mismo y de la preparación de la piel. Se recomiendan los electrodos tratados previamente con gel conductor.

Una buena preparación de la piel consiste en eliminar las capas externas de la misma, el vello y los aceites protectores (afeitado, limpieza con alcohol o éter). Se debe conseguir bajar la impedancia de la piel por debajo de los 500 ohmios.

En la técnica electromiográfica aplicada de este estudio, se cumplieron los criterios *del proyecto SENIAM* (Surface Electromyography for the non-invasive Assessment of Muscles), acerca de la sensibilidad de los electrodos, la localización de éstos y el protocolo de medición ^(203, 231).

El proyecto SENIAM fue elaborado por 16 grupos de trabajo de 16 universidades europeas que reunió la Unión Europea entre 1996 y 1999, financiado por BIOMED 2. Sus conclusiones han sido aceptadas por la ISEK (Sociedad Internacional de Electromiografía y Kinesiología). Se establecen unas recomendaciones

metodológicas y unos estándares en el protocolo a seguir para el uso de la EMG de superficie ^(17, 187, 190, 195) .

En SENIAM se ofrecen recomendaciones sobre la situación de los sensores ⁽¹⁹⁰⁾ . Tales recomendaciones se derivan del siguiente principio, con respecto a la posición longitudinal (en la dirección de la fibra) del sensor sobre el músculo. Se recomienda situar el sensor a medio camino entre la zona (más) distal de la placa motora terminal y el tendón distal.

En relación con la posición transversal del sensor en la superficie, lejos del borde limítrofe con otras subdivisiones u otros músculos, de tal modo que se maximice la distancia geométrica con otros músculos.

Se aconseja colocar los electrodos bipolares para la EMG de superficie alrededor del lugar óptimo del sensor, dirigidos de forma paralela a las fibras musculares ⁽²³²⁾ . La distancia recomendada entre electrodos es de 20 mm porque con esta distancia entre electrodos, puede esperarse una amplitud máxima de EMG de superficie ⁽²³³⁾ . En caso de no hacerse de esta manera, podría ocasionar la no captación de la actividad eléctrica del músculo ^(20, 233) .



Figura nº 39. Distancia recomendada entre electrodos es de 20 mm según recomendaciones SENIAM

El proyecto SENIAM, recomienda que el tamaño de los electrodos en la dirección de las fibras no exceda los 10mm. Son preferibles los electrodos circulares de 10mm.

En este estudio, se utilizaron en todos los casos electrodos bipolares de superficie de plata clorurada de 10 mm de diámetro y un electrodo monopolar de 10 mm como masa o tierra.



Figura nº 40. Colocación de electrodo monopolar tierra

En todos los registros, para la ubicación correcta de los electrodos, seguimos las recomendaciones de **Macaluso** y **De Laat** ⁽¹⁸⁷⁾ cuyo esquema fue aceptado por **Ferrario** y **Sforza** ⁽¹⁸¹⁾.

La localización de los electrodos se determina mediante la palpación de los músculos al realizar el paciente una contracción. Exploramos los músculos y vemos su situación y la dirección del músculo.

Los electrodos de superficie se colocan sobre el cuerpo de cada músculo paralelos a sus fibras del modo siguiente ^(232, 233) :

A. Masetero

El operador se coloca detrás del paciente y palpa la masa muscular mientras se le indica al sujeto que apriete en máxima intercuspidadación. Los electrodos se colocan en sentido anteroposterior a 2 cm por delante del borde posterior de la

rama ascendente mandibular, y en sentido vertical en el punto medio de la distancia comprendida entre el borde inferior del arco cigomático y el borde inferior del ángulo goníaco.

B. Temporal anterior

El cuerpo muscular también se palpa mandando al paciente apretar en máxima intercuspidad. Los electrodos se colocan verticalmente sobre el borde anterior del musculo, por encima de la apófisis temporal y frontal del hueso malar, en el ángulo formado por estos, en la zona correspondiente a la sutura fronto-parietal.

Los electrodos se fijan a la piel mediante cinta adhesiva, cada par se ubicara siguiendo la dirección del haz de fibras musculares con una separación entre sí de 20 mm, medidos mediante un pie de rey.

El electrodo masa o tierra irá colocado en la línea media de la espalda, sobre el relieve que marca la apófisis espinosa de la séptima vértebra cervical o 1a dorsal.

Los cables deben ser fijados utilizando cinta adhesiva para evitar los artefactos de tracción.



Figura nº 41. Vista lateral y frontal de la colocación de electrodos en músculos masetero y temporal anterior derecho

8.7.2. Preparación del paciente

- Paciente sentado en un sillón cómodo sin reposacabezas, con la espalda recta y cuello erguido.
- Las piernas en un ángulo de 90ª y la mandíbula debe ser paralela al plano de **Franckfort**.
- Las manos descansando sobre los brazos de la silla o sobre las piernas.
- Los músculos de la cara y de la boca han de estar relajados. Con los ojos cerrados y párpados relajados.
- El paciente debe evitar todo contacto dentario, mientras intenta relajarse lo más posible. Se consigue de esta manera la posición clínica de reposo descrita por **Rugh y Drago** en 1981⁽²³⁴⁾.

La posición del paciente en la prueba es importante, ya que, cambios en la postura del cuerpo pueden provocar importantes variaciones en los datos electromiográficos ⁽²³⁵⁾ . Retiraremos todos los objetos metálicos próximos a los electrodos. Le pedimos al paciente que preste la máxima colaboración posible.

Es importante conseguir un ambiente en la sala de exploración que facilite la relajación. Intentamos conseguir una luz tenue y evitar ruidos intensos, y procuramos retirar de la vista del paciente cualquier objeto que pueda provocarle algún grado de ansiedad.

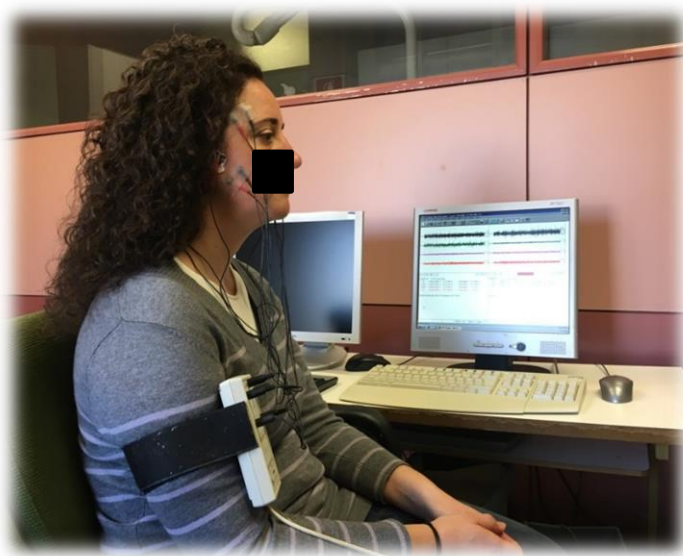


Figura nº 42. Posición de reposo del paciente durante la prueba

Antes de comenzar los registros electromiográficos (EMG), tranquilizamos al paciente, explicándole en que va a consistir la prueba a realizar y que en ningún momento va a sentir dolor y no le va a provocar ningún efecto secundario.

Se pone en marcha el test de prueba, con el que está equipado el aparato, para verificar el correcto estado de los electrodos y de las conexiones. El electromiógrafo incluye dos test específicos para comprobar que no existen artefactos o ruidos en los electrodos, asegurándonos así que la lectura que ofrecen corresponde a la actividad eléctrica muscular y no a otras fuentes.

El primero, es el test de ruido, que analiza la preparación de la piel, la calidad de los electrodos, la toma de tierra, la conducción de los electrodos y la existencia de fuentes cercanas que pueden producir ruido.

El segundo, es el test de actividad muscular, que analiza si los electrodos están conectados adecuadamente.

Los test se ejecutan automáticamente antes de cualquier lectura electromiográfica. El máximo de ruido que permite el aparato es de $1\mu\text{V}$. Si los electrodos pasan el primer test, automáticamente se activa el segundo. Si alguno de los electrodos no pasa estos test, aparece un mensaje en la pantalla indicando en que músculo está el problema, para que lo resolvamos antes de continuar.

8.7.3. Registro EMG de reposo basal

Se registra la actividad mioeléctrica en el tono postural del paciente y tiene la finalidad de obtener un valor de referencia del estado de reposo muscular cuando el paciente no realiza ningún esfuerzo y sólo obedece a la orden de relajarse.

Se calibra la retícula de la pantalla, a $30\mu\text{V}$ por división en amplitud y a un segundo por división en velocidad. De este modo, obtenemos en la pantalla los registros EMG continuos de 15 segundos de duración, en los que aparece simultáneamente la actividad eléctrica en reposo de los cuatro músculos. Posteriormente, pasados unos 2 minutos hacemos otro registro después de haber

conseguida la relajación. Se obtiene la amplitud media (μV) en reposo de cada uno de los cuatro músculos monitorizados.

A continuación calibramos la retícula de la pantalla a $100 \mu\text{V}$ por división en amplitud y a un segundo por división en velocidad, y se insta al paciente a que realice un máximo esfuerzo de contracción en el cierre en máxima intercuspidad.

Si observamos que en algunos casos el aparato pierde información de picos de actividad electromiográfica superiores a $300\mu\text{V}$, ajustaremos la calibración del aparato en cada registro a una amplitud superior, comprobando que no se pierda información en ningún caso.

Para obtener un registro fiable y significativo es necesario que el paciente parta de un estado de reposo, y bastará con que la contracción se mantenga durante 3 segundos.

De este modo podemos medir la amplitud media en μV alcanzada por cada uno de los músculos monitorizados maseteros y temporales anteriores derechos e izquierdos.

Para la obtención del valor de la actividad de los maseteros y temporales anteriores derecho e izquierdo, hacemos una media de los 2 valores obtenidos en cada registro electromiográfico de los cuatro músculos monitorizados.

En reposo estos dos grupos de músculos suelen tener unos amplitud de (78):

- Músculo temporal anterior: $1,5\text{-}2,8 \mu\text{V}$
- Músculo masetero: $1\text{-}2 \mu\text{V}$.

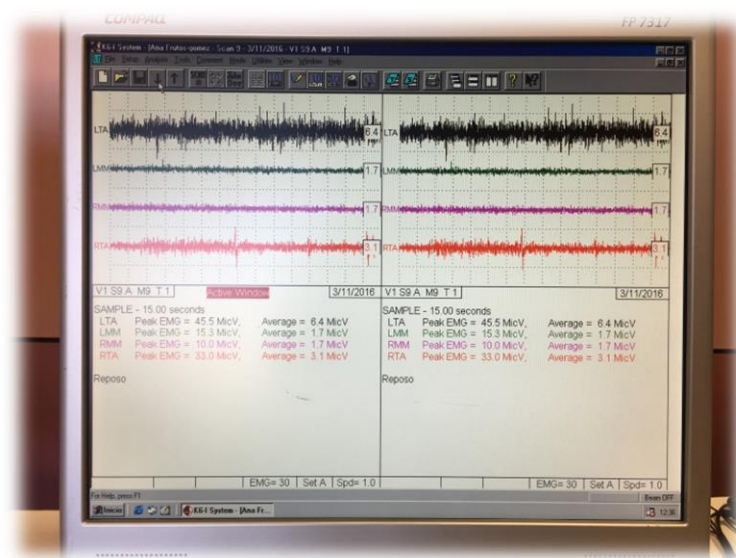


Figura nº 43. Registro EMG de reposo basal

8.8. VALORACIÓN DE LA PERCEPCIÓN DE LA INTENSIDAD DE DOLOR

La percepción de la intensidad del dolor se realiza, mediante la escala visual analógica (VAS), en la que 0 es la ausencia total de sintomatología y 10 el dolor más intenso que se pudiera imaginar (registramos el VAS actual y en episodios de crisis o dolor). Aunque esta escala se ha utilizado dentro del cuestionario del RDC-TMD, nosotros la utilizamos de nuevo en nuestro estudio, ya que nos permite valorar de forma objetiva los síntomas de dolor, a las que responde el paciente antes y después de aplicar el TENS.

8.9. PROTOCOLO DE ESTUDIO

En todos los pacientes seguiremos el siguiente PROTOCOLO para la toma de registros ⁽¹⁰⁶⁾ :

1. Aleatorización. El ejecutor de la prueba aplica de forma aleatoria TENS o Placebo, a los casos y a los controles, durante 45 minutos.

2. Registro de VAS antes de la aplicación de TENS (“Pre” TENS).
3. Registro EMG antes del TENS (“Pre” TENS).
4. Aplicación de TENS o placebo según corresponda.
5. Registro del VAS posterior al TENS (“Post” TENS).
6. Registro EMG posterior al TENS (“Post” TENS).

El objetivo de este último registro, es obtener información acerca del estado de reposo muscular conseguido por el paciente gracias a la acción del TENS y a la relajación emocional que supone el tranquilizarse y familiarizarse con las técnicas electromiográficas. El registro se realiza del mismo modo que el de “PRE” TENS y obtenemos una amplitud media (μV) en cada uno de los cuatro músculos monitorizados.



Figura nº 45. Registro EMG y de VAS “pre” TENS o Placebo.



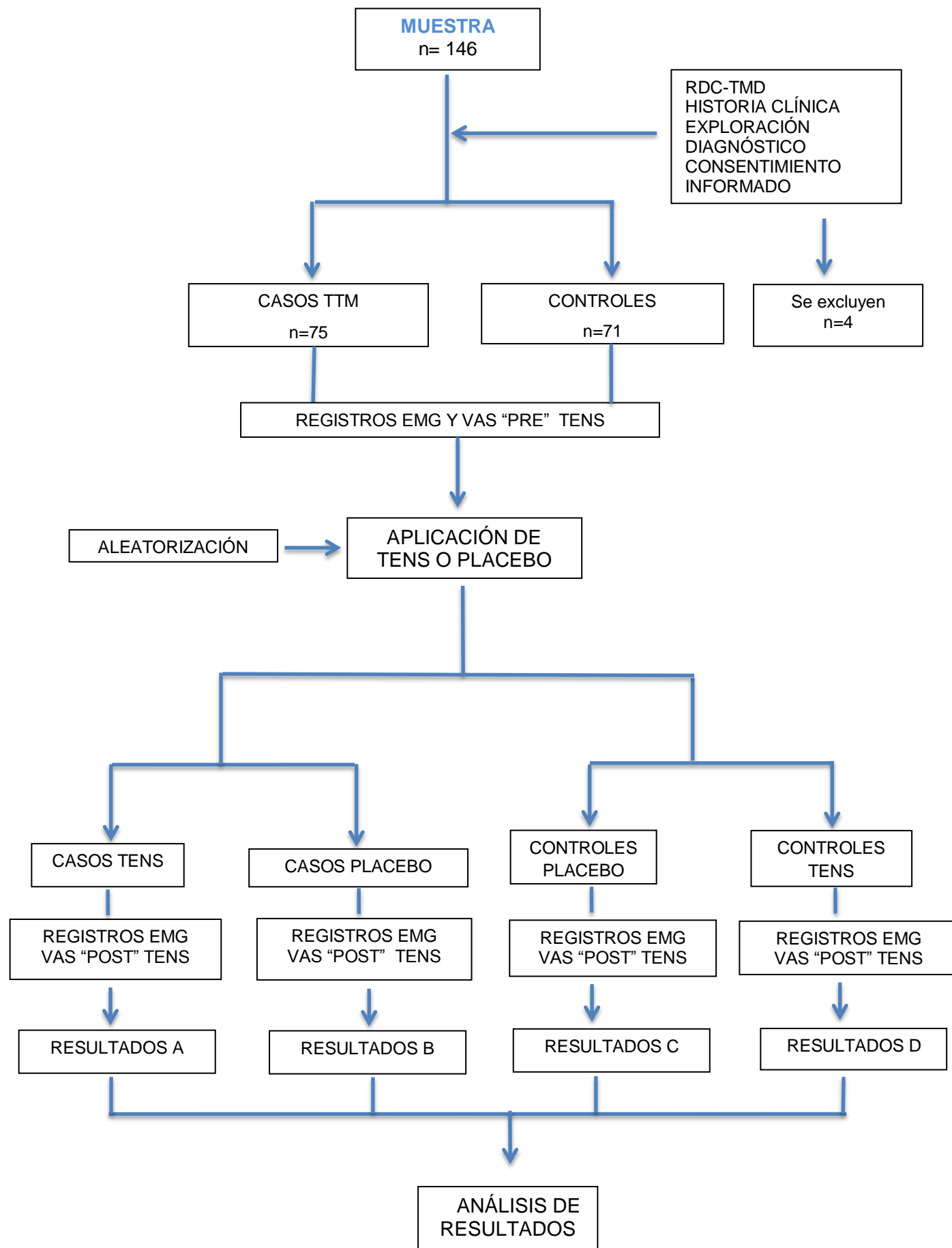
Figura nº 44. Registro EMG y de VAS “post” TENS o Placebo.

7. Fichas de resultados (**Anexo n 5º**).

Los registros EMG y de VAS, se recogen y protocolizan en fichas confeccionadas para el caso. Anotamos la actividad media de los músculos explorados en reposo antes y después del TENS y el VAS antes y después del TENS.

En el inicio de esta ficha, incluimos los datos de filiación (nombre del paciente, la edad, el tipo de disfunción según RDC-TMD de Historia clínica y Exploración, así como los datos clínicos observables de interés.

CRONOGRAMA DE ESTUDIO



MÉTODO ESTADÍSTICO

“Usa el método científico. Probando varias veces, llegarás a la verdad”

Marco Tulio Cicerón

9.1. MANEJO DE DATOS

Los datos de la historia clínica y de los registros electromiográficos, se conforman en hojas de cálculo con el programa Microsoft Office Excel.

Los datos de la historia clínica recopilados para su análisis son: sexo, edad, problema muscular de TTM, Se incluyen además los valores electromiográficos de la actividad eléctrica media obtenidos para los músculos temporal anterior y masetero y el VAS.

En las pruebas de reposo se obtienen dos valores (“PRE” y “POST”) de la actividad electromiográfica de cada músculo. En el registro de valoración de la intensidad del dolor, se obtienen dos registros del VAS, “PRE” y “POST”.

Como los valores EMG de reposo, VAS y EVA no se aproximan a la distribución normal, se calculan la mediana y los percentiles 25 y 75. Una vez normalizados se puede llevar a cabo, la comparación intra e inter-individuo.

9.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL TEST DE REPRODUCIBILIDAD

Para el test de reproducibilidad, se emplea el análisis ANOVA de medidas repetidas con dos factores: factor intrasujeto (5 días consecutivos) y factor intersujeto (reposo y máximo esfuerzo), y si fuera necesario se recurrirá a las pruebas post-hoc Student-Newman-Keuls (SNK). El análisis de resultados se realizó con el paquete estadístico SPSS (Statistical package for social sciences) en su versión 16.0.

9.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA MUESTRA

Para el análisis estadístico, se exportan los datos a SPSS versión 24 (IBM Corp. Released 2016. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 24.0. Armonk, NY: IBM Corp.), mediante el ODBC suministrado por el propio software. Todos los análisis se realizarán con este software.

9.3.1. Estadística descriptiva

Para las variables cuantitativas, en primer lugar comprobamos la “normalidad” mediante el test de **Kolmogorov-Smirnov**. En función del resultado de esta prueba, se emplean test paramétricos cuando se cumple dicha normalidad, y en caso contrario test no paramétricos. Si la variable se aproxima a la distribución de Gauss, se calculan la media y la desviación típica, y la mediana y percentiles 25 y 75 en caso contrario. Las variables edad, VAS y registros electromiográficos no se aproximan a la distribución Normal. Para el VAS y variables de registros electromiográficos se calculan variables de diferencias entre los valores “PRE” y “POST”, estas variables de las diferencias si se ajustan a la curva de **Gauss**.

En las variables cualitativas, grupos de estudio, se muestra la frecuencia absoluta y el porcentaje de cada categoría.

9.3.2. Estadística analítica

Las posibles diferencias en edad, VAS y registros electromiográficos que pudieran existir entre los Casos vs los controles, así como en los TENS vs los placebos se estudian con el test no paramétrico de la U de Mann-Whitney. Las diferencias entre los 4 grupos se realizan con la prueba de **Kruskal-Wallis**.

Se estudian las diferencias entre los valores pre y post con el test de Wilcoxon.

Las medias de diferencias entre “PRE” y “POST”, se estudian con la prueba T de Student de muestras independientes, cuando se realiza en los Casos vs Controles y

para TENS vs Placebo. Cuando se comparan los cuatro grupos entre sí se compara con ANOVA de un factor.

En algunos casos se calculó el poder estadístico del test realizado.

En todos los análisis estadísticos realizados se considera un nivel de seguridad del 95% (significación estadística $p < 0.05$).

Todos los análisis se realizan con el SPSS versión 24 (IBM Corp. Released 2016. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 24.0. Armonk, NY: IBM Corp.), excepto el cálculo del poder estadístico, calculado con el EPIDAT v3.1.

RESULTADOS

“Cuando examino mis métodos de pensamiento, llego a la conclusión de que el don de la fantasía me ha significado más que mi talento para absorber el conocimiento positivo”

Albert Einstein

10.1. Características de la muestra y distribución.

10.1.1. Características de la muestra y distribución por grupos

Se dispone de datos de 146 pacientes, todos ellos con datos de las variables principales de estudio, así como de la edad. Los pacientes están repartidos en 4 grupos:

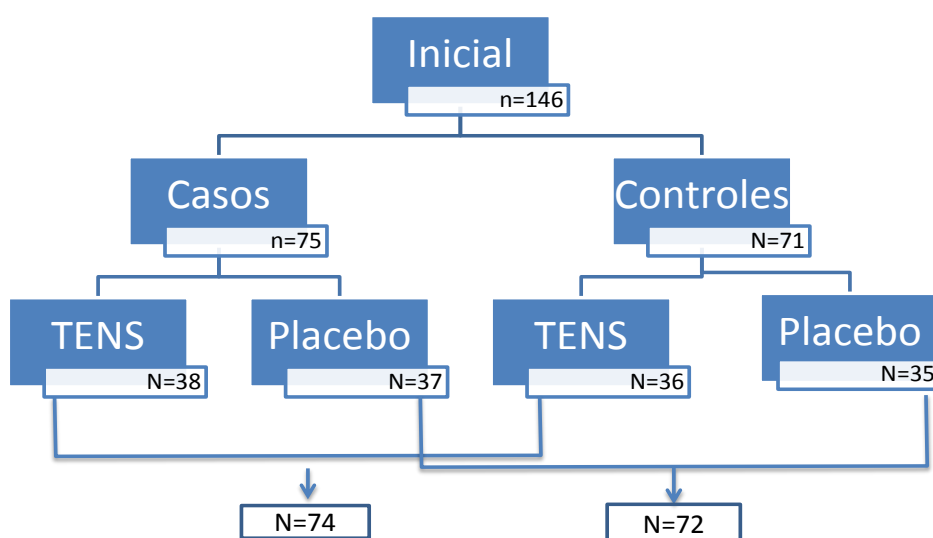


Gráfico 2. Flow chart – pacientes

En la muestra está compuesta por 75 casos (51.4%), y 71 controles (48.6%).

La distribución es de 72 placebos (49.3%) y 74 TENS (50.7%).

Del total de la muestra:

- 38 Casos y TENS (26.0%)
- 37 Casos placebos (25.3%)

- 36 Controles TENS (24.7%)
- 35 Controles placebo (24.0).

Observamos que la distribución en los grupos de estudio es homogénea, ya que se realizó una aleatorización por bloques, por lo que la distribución en los grupos de estudio es bastante similar.

Se calculan según la edad, los valores de la media siendo de 34.6 ± 12.4 años, la mediana de 30.5 años, los percentiles p25 y 75 (24-45 años), el valor mínimo (17 años) y máximo (64 años).

EDAD		
N		146
Media		34,6301
Desviación estándar		12,43078
Mínimo		17,00
Máximo		64,00
Percentiles	25	24,0000
	75	45,0000

Tabla 2. Valores media, mediana, máximo, mínimo y percentiles 25 y 75

Las abreviaciones que observaremos en los diferentes gráficos y tablas del análisis estadístico corresponderán a lo siguiente:

LTA: Temporal anterior izquierdo

LMM: Masetero izquierdo

RMM: Masetero derecho

RTA: Temporal anterior derecho

VAS: Escala Visual Analógica

10.1.2. Distribución de la edad

En el caso de la edad, se emplea el test de U de **Mann-Whitney** que demuestra que esta variable tiene un valor similar y no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos, por lo que las diferencias que se encuentran entre los 4 grupos no será necesario ajustarlas a la edad, con una $p=0,013$ (**Tabla 2**)

Tabla 3. Distribución de edad en los cuatro grupos de estudio

		Mediana (IC 95%)	Percentiles		P		
			25	75	p*	p***	p****
					p**		
Edad	Casos TENS	38,0	24,7500	51,5000	0,514	<0,001	0,013
	Casos placebo	43,0	29,0000	50,0000			
	Controles TENS	25,5	22,2500	35,7500	0,986		
	Controles placebo	28,0	23,0000	31,0000			
U de Mann-Whitney		Valores "p" de significación estadística: *Diferencias en los casos: TENS vs Placebo **Diferencias en los controles: TENS vs Placebo ***Diferencias en TENS: casos vs controles ****Diferencias en Placebos: casos vs controles					

Valores de Mediana(p25-p75).

Para el análisis de los datos de la muestra, en primer lugar, se dividen los grupos de TENS versus placebo. Posteriormente, se calculan los datos de los casos frente a los controles. Y por último, se estudian los cuatro grupos por separado y se comparan entre sí.

10.2. DESCRIPTIVO TOTAL Y SEGÚN TENS O PLACEBO. DIFERENCIAS ENTRE PRE-POST SEGÚN TOTAL Y TENS O PLACEBO

10.2.1.Descriptivo total de pacientes y según grupos de TENS o Placebo.

En la siguiente tabla (tabla 4), se muestran los datos descriptivos principales de los pacientes en el total y por grupos.

Tabla 4. Descriptivo total y según TENS o Placebo

	Total	TENS	Placebo	P
Edad	30.5(24.0-45.0)	29.5(23.8-42.3)	31.0(25.0-45.0)	0.591
VAS PRE	3.5(0.0-7.3)	4.5(0.0-7.0)	3.5(0.0-7.25)	0.942
VAS POST	2.5(0.0-5.0)	2.5(0.0-4.0)	2.0(0.0-6.0)	0.123
LTA Pre	2.2(1.4-4.0)	1.8(1.3-3.2)	2.75(1.6-4.3)	0.003
LTA POST	1.3(0.8-2.6)	1.0(0.7-1.6)	2.3(1.2-4.4)	<0.001
LMM PRE	1.7(1.1-2.6)	1.6(1.0-2.7)	1.7(1.3-2.5)	0.291
LMM POST	1.2(0.7-1.7)	1.0(0.6-1.3)	1.5(0.9-2.3)	<0.001
RMM PRE	1.5(1.0-0.7)	1.4(1.0-2.1)	1.6(1.0-2.8)	0.177
RMM POST	1.0(0.7-1.7)	0.9(0.7-1.2)	1.4(0.8-2.2)	<0.001
RTA PRE	2.4(1.6-4.1)	2.2(1.4-3.2)	3.1(1.9-4.9)	0.004
RTA POST	1.6(1.1-3.0)	1.2(0.9-2.0)	2.5(1.4-3.8)	<0.001
TENS vs Placebo: U de MANN WHITNEY PRE vs POST :Test de WILCOXON				

Valores de Mediana(p25-p75).

10.2.2. Diferencias entre pre-post en el total de pacientes

Al tener valores distintos de partida en valores pre, en algunas de las comparaciones, es necesario para poder responder a los objetivos del estudio, estudiar en que grupos las diferencias entre los valores pre y post se hacen más evidentes o mayores. Para ello calculamos, en cada paciente y para variable de medida, la diferencia numérica entre el valor pre y post, tanto en la VAS como en los en los registros electromiográficos.

Así calculamos las medias de estas diferencias pre-post, y se calculan los valores de significación estadística en cada medida, obteniendo los siguientes valores

Tabla 5. Diferencias entre el pre y el post en el total de pacientes.

	Pre	Post	P*	Diferencia Pre-Post	IC95%
	TOTAL				
VAS	3.5(0.0-7.3)	2.5(0.0-5.0)	<0.001	1.21±0.14	0.93/1.48
LTA	2.2(1.4-4.0)	1.3(0.8-2.6)	<0.001	0.75±0.14	0.47/1.04
LMM	1.7(1.1-2.6)	1.2(0.7-1.7)	<0.001	0.57±0.13	0.31/0.82
RMM	1.5(1.0-0.7)	1.0(0.7-1.7)	<0.001	0.62±0.11	0.41/0.83
RTA	2.4(1.6-4.1)	1.6(1.1-3.0)	<0.001	0.81±0.16	0.49/1.12
PRE vs POST :Test de WILCOXON					

Valores de Mediana (p25-p75) en cada valor. Valores de media±e.t. en los valores de la diferencia. IC95%=Intervalo de confianza al 95% de la media de la diferencia.

Un intervalo de confianza que no contenga el valor 0, indica que al 95% de seguridad, los valores medios de las diferencias serán positivos, es decir, que el pre será superior al post con más de un 95% de confianza.

Para el total de los pacientes observamos que todas las medias de las diferencias son positivas, y en todas las variables el IC95% no contiene el valor 0.

En un gráfico box plot con las medias y los intervalos de confianza al 95% según el total de pacientes:

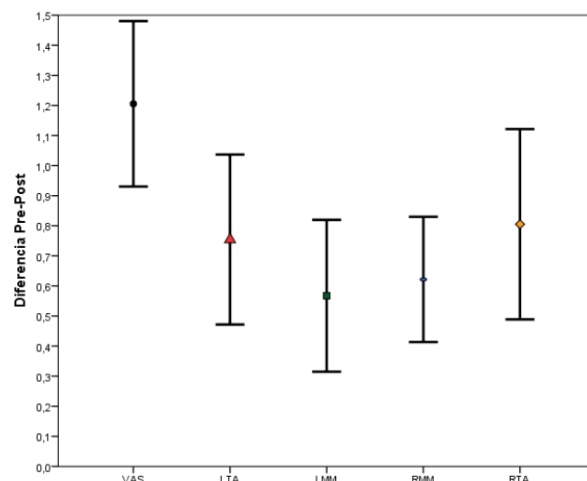


Gráfico 3. Diferencias entre pre y post en el total de pacientes según VAS y registros EMG

Se muestra en cada valor, la media de las diferencias pre-post con sus intervalos de confianza al 95%.

El VAS en los controles se considera un VAS de 0, entre el pre y post, por lo que parece recomendable dar los valores separando a los registros EMG del VAS, para ponerlo solo con las diferencias en los casos.

Representamos el VAS en un gráfico box plot, con las medias y los intervalos de confianza al 95% según Casos:

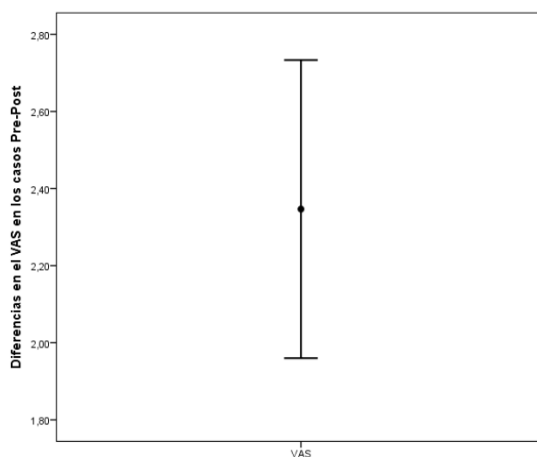


Gráfico 4. Diferencias entre pre y post en los Casos según VAS

Posteriormente, representamos los registros electromiográficos.

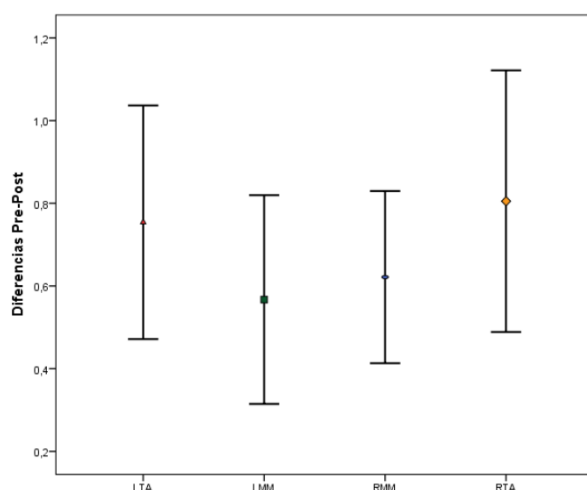


Gráfico 5. Diferencias entre pre y post en bloques Casos según registros EMG

En este gráfico, se muestra en cada valor, la media de las diferencias pre-post según registros EMG, con sus intervalos de confianza al 95%.

10.2.3. Diferencias entre registro “PRE” y “POST” en el grupo TENS

En el grupo TENS, en todas las variables de estudio (VAS y registros EMG) las medias de las diferencias entre el registro “PRE” y “POST” son positivas y estadísticamente significativas. Esto se observa mejor en la tabla 5, se observan los descensos de cada valor con su IC95% y la $p < 0,001$ en todas las variables estudiadas.

Si comparamos los músculos de cada lado, para observar las diferencias encontradas en los valores post, mediante el test de Wilcoxon, obtenemos:

- LTA vs RTA $p=0.311$
- LMM vs RMM $p=0.794$

Tabla 6 (parte de tabla 7). Diferencias entre registro “PRE” y “POST” en los grupos TENS o Placebo

	TENS		
	Media \pm e.t.	IC95%	P*
VAS	1.64 \pm 0.22	1.19/2.08	<0.001
LTA	1.14 \pm 0.20	0.73/1.54	<0.001
LMM	0.98 \pm 0.21	0.57/1.39	<0.001
RMM	0.83 \pm 0.18	0.48/1.18	<0.001
RTA	1.04 \pm 0.27	0.50/1.57	<0.001
TENS vs Placebo: U DE MANN WHITNEY PRE vs POST: Test de WILCOXON			

10.2.4. Diferencias entre registro “PRE” y “POST” en el grupo Placebo

En el grupo placebo, en los registros EMG de los músculos LTA y LMM, las medias de las diferencias entre los registros inicial y final son negativas y no son estadísticamente significativas (tabla 5).

Si comparamos los músculos de cada lado, para observar las diferencias encontradas en los valores post, obtenemos:

- LTA vs RTA p=0.540
- LMM vs RMM p=0.902

Tabla 7 (parte de la tabla 7). Diferencias entre registro “PRE” y “POST en el grupo Placebo

	Placebo		
	Media±e.t.	IC95%	p**
VAS	0.76±0.15	0.47/1.01	<0.001
LTA	0.36±0.19	-0.02/0.74	0.064
LMM	0.14±0.13	-0.12/0.40	0.285
RMM	0.41±0.11	0.19/0.62	<0.001
RTA	0.56±0.17	0.23/0.90	0.001
TENS vs Placebo: U DE MANN WHITNEY PRE vs POST: Test de WILCOXON			

Valores de media ± e.t. IC95%=Intervalo de confianza al 95% de la media de la diferencia.

Valores de significación estadística: p**: Diferencias entre el pre-post en el grupo placebo.

10.2.5. Diferencias entre el registro “PRE” y “POST” según TENS vs Placebo

Tabla 8. Diferencias entre registro “PRE” y “POST” en los grupos TENS Placebo

	TENS			Placebo			P***
	Media±e.t.	IC95%	P*	Media±e.t.	IC95%	P**	
VAS (sólo en casos)	3.18±0.25	1.19/2.08	<0.001	1.49±0.23	1.02/1.95	<0.001	<0.001
LTA	1.14±0.20	0.73/1.54	<0.001	0.36±0.19	-0.02/0.74	0.064	0.052
LMM	0.98±0.21	0.57/1.39	<0.001	0.14±0.13	-0.12/0.40	0.285	0.001
RMM	0.83±0.18	0.48/1.18	<0.001	0.41±0.11	0.19/0.62	<0.001	0.145
RTA	1.04±0.27	0.50/1.57	<0.001	0.56±0.17	0.23/0.90	0.001	0.239
TENS vs Placebo: U DE MANN WHITNEY PRE vs POST: Test de WILCOXON							

Valores de media ± e.t. IC95%=Intervalo de confianza al 95% de la media de la diferencia.

Valores de significación estadística:

p*: Diferencias entre el pre-post en el grupo TENS

p**: Diferencias entre el pre-post en el grupo placebo

p***: Diferencias entre las diferencias en el grupo TENS vs las diferencias en placebo.

Por último, comparamos si las diferencias encontradas en el grupo TENS son distintas a las encontradas en los placebos. Claramente observamos que las diferencias entre los registros pre y pos, son mayores en el grupo de TENS que en Placebo.

La variable VAS (sólo en los Casos), es estadísticamente más significativa ($p<0,001$), que los registros EMG, siendo las diferencias en el descenso, casi el doble que en el Placebo.

En la variable registros EMG, observamos diferencias significativas para

LMM ($p=0,001$), siendo el resto de valores para el músculo masetero derecho (RMM) y el músculo temporal anterior derecho (RTA), de menor significación, y el músculo temporal anterior izquierdo (LTA) al límite de la significación. Esto es debido al tamaño muestral de los grupos, para el LTA la potencia estadística del test es 78%, siendo en RMM del 72% y en RTA del 65%, siempre manteniendo el 95% de confianza.

A pesar de que los placebos tienen valores más altos, el descenso en los calores del VAS y en la actividad EMG de los músculos fue menor.

Gráfico con las medias y los intervalos de confianza al 95% según los grupos TENS y Placebo.

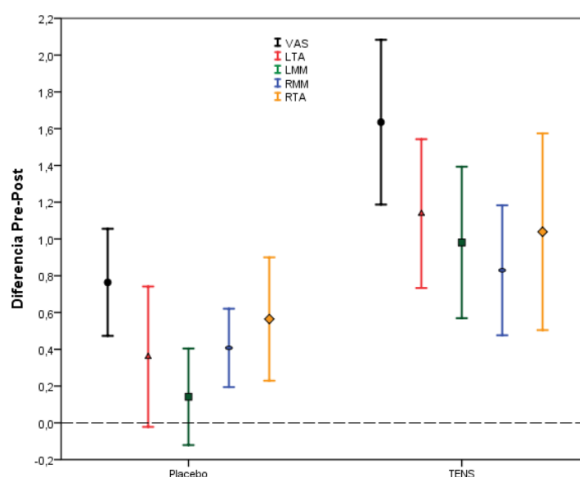


Gráfico 6. Diferencias entre pre/post entre TENS / Placebo en el VAS y los registros EMG según TENS/Placebo

En este gráfico de tipo box plot, se muestra en cada valor y por grupos de placebo y TENS, la media de las diferencias pre-post con sus intervalos de confianza al 95%. Se puede **observar como en el caso del VAS y LMM, las**

diferencias entre los grupos son estadísticamente significativas, ya que las barras en ambos grupos no se cruzan (barras negras y verdes).

Separando el VAS, para ponerlo en un gráfico y solo con los valores de los casos:

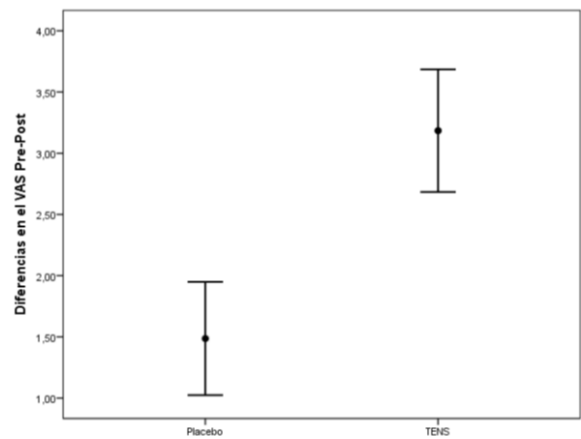


Gráfico 7. Diferencias entre pre/post entre TENS / Placebo en el VAS según Placebo y TENS

Se muestra en cada valor y por grupos de placebo y TENS, la media de las diferencias pre-post con sus intervalos de confianza al 95%.

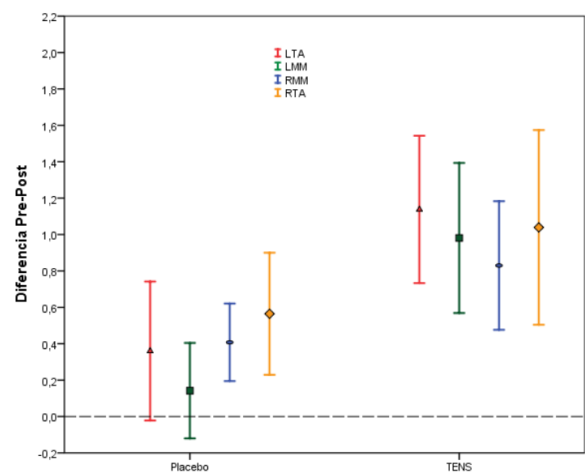


Gráfico 8. Diferencias entre pre/post entre TENS / Placebo en los registros EMG según Placebo y TENS

10.3. DESCRIPTIVO TOTAL Y SEGÚN CASOS Y CONTROLES. DIFERENCIAS SEGÚN CASOS Y CONTROLES

10.3.1. Descriptivo total y según Casos y Controles

Tabla 9. Descriptivo total y diferencias según casos y controles

	Total	Casos	Controles	P
Edad	30.5(24.0-45.0)	41(26.0-51.0)	26(23.0-32.0)	<0.001
VAS PRE	3.5(0.0-7.3)	7.0(7.0-8.0)	0	-
VAS POST	2.5(0.0-5.0)	5.0(4.0-6.0)	0	-
LTA PRE	2.2(1.4-4.0)	3.2(2.0-4.5)	1.5(1.0-2.4)	<0.001
LTA POST	1.3(0.8-2.6)	1.9(1.1-4.3)	1.0(0.7-1.5)	<0.001
LMM PRE	1.7(1.1-2.6)	2.1(1.2-3.6)	1.4(1.0-1.9)	0.002
LMM POST	1.2(0.7-1.7)	1.4(1.0-2.2)	1.0(0.6-1.5)	<0.001
RMM PRE	1.5(1.0-0.7)	1.7(1.2-3.5)	1.2(0.9-1.8)	0.003
RMM POST	1.0(0.7-1.7)	1.1(0.7-2.0)	0.9(0.7-1.6)	0.101
RTA PRE	2.4(1.6-4.1)	2.8(2.2-4.5)	1.9(1.2-3.5)	<0.001
RTA POST	1.6(1.1-3.0)	2.0(1.2-3.5)	1.3(0.9-2.5)	<0.001
TEST U-MANN-WHITNEY				

Valores de Mediana (p25-p75).

Los pacientes “**Casos**” tienen una edad media más elevada que los “**Controles**”, no siendo estas diferencias estadísticamente significativas.

Tanto en el VAS como en los registros electromiográficos, siempre tienen un valor más elevado que los controles (VAS “0”), siendo estas diferencias estadísticamente significativas en todos los resultados obtenidos, excepto en el registro post de RMM ($p=0,101$), donde se observa una tendencia a la significación, pero no podemos concluir que las diferencia sea estadísticamente significativa.

10.3.2. Diferencias entre registro “PRE” y “POST” según Casos y Controles

Tabla 10. Diferencias entre el pre y el post según Casos o Controles

	Casos			Controles			P***
	Media±e.t.	IC95%	P*	Media±e.t.	IC95%	P**	
VAS	2.35±0.19	1.96/2.73	<0.001	-	-	-	-
LTA	0.83±0.22	0.41/1.26	<0.001	0.67±0.19	0.29/1.05	0.001	0.563
LMM	0.57±0.15	0.28/0.86	<0.001	0.56±0.21	0.13/0.99	0.011	0.956
RMM	0.85±0.16	0.54/1.16	<0.001	0.38±0.13	0.11/0.65	0.006	0.144
RTA	0.79±0.24	0.32/1.27	0.001	0.82±0.21	0.39/1.24	<0.001	0.326
Casos vs controles: T de Student de muestras independientes PRE vs POST: T de Student de muestras pareadas							

Valores de media ± e.t. IC95%=Intervalo de confianza al 95% de la media de la diferencia.

Valores de significación estadística:

p*: Diferencias entre el pre-post en el grupo Casos

p**: Diferencias entre el pre-post en el grupo Controles

p***: Diferencias entre las diferencias en el grupo Casos vs las diferencias en Controles.

En el grupo de Casos y en los Controles, en todas las variables de estudio, excepto el VAS en los controles, las medias de las diferencias son positivas y estadísticamente significativas.

Comparando si las diferencias encontradas en los Casos son distintas a las encontradas en los Controles, observamos que existen mayores diferencias para LTA y RMM (casos $p < 0.001$, controles $p = 0.001$) siendo muy parecidas en LMM y RTA (casos $p < 0.001$, controles $p < 0.001$). En ninguno de los valores medidos encontramos diferencias estadísticamente significativas en las medias de las diferencias en los casos vs los controles.

Gráfico con las medias y los intervalos de confianza al 95% según los Casos y Controles.

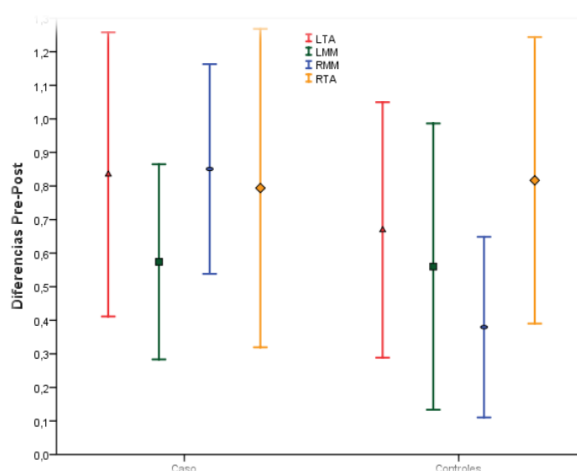


Gráfico 9. Diferencias pre/post según Casos y Controles

Se muestran en cada valor y por grupos de casos y controles, la media de las diferencias pre-post con sus intervalos de confianza al 95%. Se puede observar como en todos los valores de actividad electromiográfica, en ninguna se encuentran diferencias estadísticamente significativas, en todos los casos, los intervalos de confianza se cruzan.

Las diferencias del VAS son las mismas que en los gráficos anteriores al estar recogido sólo en los casos.

En el grupo **Casos**, comparando los TENS con los Placebos, vemos que los Placebos tienen una edad algo superior (5 años de media), si bien esta diferencia no es estadísticamente significativa.

Resulta muy interesante ver como en el grupo Casos, en los valores de registros EMG iniciales, la comparación entre TENS y Placebo, no son valores estadísticamente significativos, únicamente se observa una tendencia en RTA ($P=0,052$).

Sin embargo, en los valores post, tenemos diferencias estadísticamente significativas en todos los valores de TENS frente a Placebo, siendo la diferencia en el descenso de los registros EMG, mayor en el grupo TENS que en los Placebos, en todos los parámetros.

Hay que destacar que, que a pesar de que los valores del VAS y registros EMG, son algo mayores en el Placebo, se observa un mayor descenso de los valores post, en el grupo TENS, siendo estas diferencias estadísticamente significativas.

Si comparamos las diferencias entre las dos variables (VAS y registros EMG) en el grupo Casos, observamos claramente que la diferencia en el descenso del VAS es mayor que cualquier valor de registro EMG, ninguno de los valores superiores de los IC 95% de los registros EMG, llega al valor mínimo del IC 95% del VAS.

El valor p entre estas diferencias, se calcula con T de student de muestras pareadas $p<0.05$ en todas las comparaciones, tanto para el total como para el grupo TENS y grupo Placebo.

En el grupo **Controles**, comparando los TENS con los Placebo, vemos que los placebos tienen una edad algo superior (2.5 años de media), si bien esta diferencia no es estadísticamente significativa.

En la comparación de los valores de registros electromiográficos pre, entre TENS y Placebo, encontramos en los registros en los músculos RTA y LTA, son valores estadísticamente significativos ($p<0.001$) siendo algo superiores en los Placebos.

Sin embargo, en los valores de los registros post, se observan mayores diferencias en el descenso de los registros EMG que en los valores pre. Siendo estas diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$), y además en todos los valores.

Los valores VAS en Controles siempre son “cero”, y no se modifican antes y después.

10.4. DESCRIPTIVO POR GRUPOS Y DIFERENCIAS ENTRE EL “PRE” Y “POST” SEGÚN GRUPOS DE ESTUDIO

10.4.1. Descriptivo según grupos de estudio

Los valores en los 4 grupos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 11. Descriptivo por grupos

	Casos			Controles					
	TENS	Placebo	P*	TENS	Placebo	P**	P***	P****	P*****
Edad	38.0(24.8-51.5)	43.0(29.0-50.0)	0.514	25.5(22.3-35.8)	28.0(23.0-31.0)	0.986	<0.001	0.013	
VAS PRE	7.0(7.0-8.0)	8.0(7.0-8.0)	0.838	-	-	-	-	-	-
VAS POST	4.0(3.0-5.0)	6.0(4.5-7.5)	<0.001	-	-	-	-	-	-
LTA Pre	2.9(2.0-4.4)	3.6(2.0-5.1)	0.348	1.3(0.9-1.5)	2.2(1.5-3.8)	<0.001	0.018	<0.001	<0.001
LTA POST	1.6(1.0-2.0)	3.9(1.6-6.3)	<0.001	0.8(0.6-1.0)	1.4(1.1-2.7)	<0.001	0.001	<0.001	<0.001

LMM PRE	2.2(1.1- 3.8)	2.1(1.3- 3.6)	0.882	1.3(0.8- 1.9)	1.5(1.2- 2.0)	0.137	0.068	0.012	0.010
LMM POST	1.3(0.9- 1.6)	1.7(1.2- 2.6)	0.020	0.8(0.6- 1.1)	1.4(0.7- 1.7)	0.001	0.092	<0.001	<0.001
RMM PRE	1.6(1.2- 3.1)	2.0(1.2- 4.0)	0.356	1.2(0.9- 1.6)	1.4(1.0- 2.4)	0.165	0.050	0.018	0.012
RMM POST	0.9(0.7- 1.6)	1.4(0.8- 3.1)	0.008	0.8(0.7- 1.0)	1.1(0.8- 2.0)	0.013	0.197	0.290	0.001
RTA PRE	2.7(2.1- 4.0)	3.7(2.3- 5.8)	0.052	1.6(1.2- 2.4)	3.0(1.3- 4.2)	0.029	0.018	<0.001	<0.001
RTA POST	1.5(1.1- 2.1)	3.0(1.8- 4.6)	<0.001	1.1(0.8- 1.3)	2.0(1.0- 3.0)	0.002	0.006	0.006	<0.001
Casos vs controles: U de Mann Whitney. TENS vs Placebo: U de Mann Whitney. Los cuatro grupos entre sí: Kruskal-Wallis									

Valores de Mediana (p25-p75).

Valores "p" de significación estadística:

*Diferencias en los casos: TENS vs Placebo

**Diferencias en los controles: TENS vs Placebo

***Diferencias en TENS: casos vs controles

****Diferencias en Placebos: casos vs controles

*****Diferencias entre los 4 grupos.

10.4.2. Diferencias entre registro “pre” y “post” según grupos

Por último se comparan los 4 grupos entre sí, encontrando diferencias estadísticamente en los registros pre-post. Para ello utilizamos el test **Kruskal-Wallis**.

Tabla 12. Diferencias entre el pre y el post según grupos de estudio.

	TENS						Placebo					
	Casos			Controles			Casos			Controles		
	Media±e.t.	IC95%	P*	Media±e.t.	IC95%	P*	Media±e.t.	IC95%	P*	Media±e.t.	IC95%	P*
VAS	1.45±0.23	1.02/1.95	<0.001	-	-	-	3.18±0.25	2.68/3.68	<0.001	-	-	-
LTA	0.13±0.34	- 0.56/0.83	0.701	0.60±0.15	0.29/0.91	<0.001	1.52±0.21	1.10/1.93	<0.001	0.74±0.35	0.03/1.44	0.042
LMM	0.20±0.22	- 0.25/0.65	0.378	0.08±0.14	- 0.20/0.36	0.555	0.94±0.17	0.59/1.29	<0.001	1.03±0.39	0.24/1.82	0.012
RMM	0.59±0.18	0.22/0.95	0.003	0.22±0.10	0.01/0.43	0.039	1.11±0.25	0.60/1.61	<0.001	0.54±0.25	0.04/1.04	0.036
RTA	0.38±0.27	- 0.17/0.93	0.172	0.76±0.19	0.37/1.16	<0.001	1.20±0.38	0.43/1.97	0.003	0.87±0.38	0.10/1.64	0.029
TEST DE WILCOXON												

Valores de media±e.t. IC95%=Intervalo de confianza al 95% de la media de la diferencia.

Valores de significación estadística:

p*: Diferencias entre el pre-post en cada grupo.

10.4.2.1. Diferencias en grupo TENS:

Si seleccionamos ahora solo los pacientes TENS, y comparamos en este grupo los casos con los controles, tenemos edades distintas (12.5 años).

En el grupo **TENS de los Casos**, podemos observar, que en los registros EMG, además de ser más evidentes las diferencias descenso entre los valores “pre” y “post” que en el resto de grupos, y con mayor significación estadística en RMM; se observa que ambos lados se igualan, sobre todo RMM con LMM (p=135).

Para ver las diferencias en los valores post, utilizamos el test de **Wilcoxon** (prueba no paramétrica para muestras pareadas) y su significación:

- LTA vs RTA $p=0.267$
- LMM vs RMM $p=0.135$

Las diferencias en el descenso del VAS son estadísticamente significativas con una $p<0.001$.

Si comparamos las diferencias entre las dos variables (VAS y registros EMG) en el grupo Casos, observamos claramente que la diferencia en el descenso del VAS es mayor que cualquier valor de registro EMG, ninguno de los valores superiores de los IC 95% de los registros EMG, llega al valor mínimo del IC 95% del VAS

En el **grupo TENS** de Controles podemos observar también, que las diferencias entre pre y post de los registros EMG, son estadísticamente significativas para LTA y RTA ($p<0,001$) y se observa que ambos lados se equilibran ($p=0,157$)

Las diferencias en los valores post, se observa la siguiente significación:

- LTA vs RTA $P=0.157$
- LMM vs RMM $p=0.312$

10.4.2.2. Diferencias en grupo Placebos

Si seleccionamos ahora solo los pacientes placebos, y comparamos en este grupo los Casos con los Controles, tenemos edades distintas (15 años).

En el grupo de **Placebo de los Casos**, observamos de forma clara valores distintos, estadísticamente significativos, en todas las mediciones pre y post, excepto en RTA ($p=0.003$).

Podemos observar que los valores de las diferencias pre-post en el descenso de los registros EMG, tienen una baja significación comparados con el grupo TENS.

Podemos observar también, que los valores no se igualan en el registro EMG post:

En el músculo temporal, LTA pasa de valores de 3,6 a 3,9 y RTA pasa de valores de 2 a 1,4.

En el músculo masetero, LMM pasa de valores de 2,1 a 1,7 y RMM de valores 2 a 1,4.

Como podemos observar, las diferencias en los valores post, LTA vs RTA $p=0,976$ y LMM vs RMM $p=0,700$, no son significativas.

En el **grupo Placebo de Controles**, se observa significación estadística en LMM de las diferencias pre-post.

En el músculo temporal, el izquierdo pasa de valores de 2,2 a 1,4 y el derecho pasa por valores de 3 a 2.

En el músculo masetero, el izquierdo pasa de valores de 1,5 a 1,4 y el derecho de valores 1,4 y 1,1.

Como podemos observar, las diferencias en los valores post, LTA vs RTA $p=0,2882$ y LMM vs RMM $p=0,793$, son más significativas en el primer caso.

10.5. DIFERENCIAS ENTRE LOS CUATRO GRUPOS

Cálculo de valor de p entre los diferentes grupos:

- A. Seleccionamos solo el grupo TENS y comparamos las diferencias entre el pre y el post de Casos vs controles.
- LTA. $p=0.225$
 - LMM. $p=0.659$
 - RMM. $p=0.082$

- RTA. $p=0.255$
- B. Seleccionamos solo el grupo Placebo y comparamos Casos vs Controles.
 - LTA. $p=0.054$
 - LMM. $p=0.838$
 - RMM. $p=0.108$
 - RTA. $p=0.542$
- C. Seleccionamos solo el grupo Casos y comparamos TENS vs placebos.
 - VAS. $p<0.001$
 - LTA. $p=0.001$
 - LMM. $p=0.010$
 - RMM. $p=0.097$
 - RTA. $p=0.084$
- D. Seleccionamos solo el grupo Controles y comparamos TENS vs placebos.
 - LTA. $p=0.794$
 - LMM. $p=0.026$
 - RMM. $p=0.242$
 - RTA. $p=0.805$

Se muestra en cada valor, la media de las diferencias pre-post con sus intervalos de confianza al 95%.

Según los valores de p , existen diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes grupos de estudio:

En el **grupo TENS**, comparando Casos y controles, existen diferencias estadísticamente significativas en la actividad EMG para el músculo masetero derecho ($p=0,082$) y sólo en los Casos hay una reducción en el VAS ($p<0.001$).

En el **grupo Placebo**, comparando Casos y Controles, los valores tienen una baja significación, siendo significativo sólo la reducción del VAS en los Casos.

En el **grupo Casos**, comparando TENS y Placebo, se observan diferencias estadísticamente significativas en el VAS ($p<0,001$) y en la actividad del músculo temporal anterior izquierdo ($p=0,001$) a favor del grupo TENS.

En el **grupo Control**, comparando TENS y Placebo, se observan diferencias significativas sólo para el músculo masetero izquierdo ($p=0,026$). No existen diferencias en el VAS.

Gráfico con las medias y los intervalos de confianza al 95% según grupos.

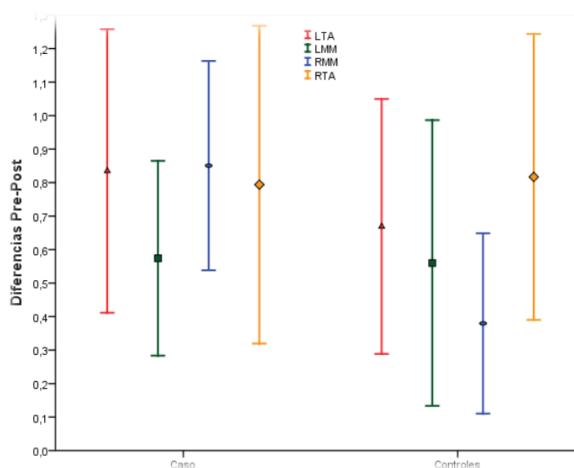


Gráfico 10. Diferencias pre/post según grupos

En esta gráfica, se muestra cada valor de las diferencias pre-post de registro EMG, y por grupos (Casos TENS, Casos Placebo, Controles TENS, Controles Placebo).

Con un intervalo de confianza al 95%.

Se puede observar, como en los casos TENS, los valores de las diferencias en LTA son distintos estadísticamente a los valores de diferencias en LTA en los casos placebos. Sin embargo, en los valores LTA de los controles TENS, no

encontramos diferencias estadísticamente significativas, en comparación con el grupo de controles placebos.

Las diferencias del VAS son las mismas que en los gráficos anteriores al estar recogido solo en los casos.

10.6. TEST DE REPRODUCIBILIDAD

Antes de analizar los valores electromiográficos que obtuvimos, comprobamos la reproducibilidad del instrumento de medida que utilizamos, para ello elaboramos este test en el que analizamos los valores EMG bilaterales del fascículo anterior del músculo temporal y del músculo masetero, de la actividad postural de reposo y máxima contracción voluntaria en máxima intercuspidad en una muestra de cinco sujetos durante cinco días consecutivos.

Para este test, aplicamos la prueba estadística ANOVA de medidas repetidas, en la que observamos dos factores:

1. Factor intrasujeto: No hay diferencias en el comportamiento de la prueba de actividad postural en reposo y en máxima contracción voluntaria, en máxima intercuspidad en los cinco días.
2. Factor intersujeto: No hay diferencias significativas para los músculos temporales y maseteros (reposo y máximo esfuerzo) en los cinco días analizados.

Y si fuera necesario se recurrirá a las pruebas post-hoc Student- Newman-Keuls.

A partir de estos resultados podemos inferir que se demuestra la reproducibilidad del método, del operador y del instrumento. Así:

A. Músculo temporal anterior izquierdo (LTA): la prueba de **Greenhouse-Geisser** demuestra que no existen diferencias estadísticamente significativas al 95% ($p=0,575$) en el comportamiento

de las pruebas a lo largo de los cinco días. Se aplica un segundo test de **Greenhouse-Geisser** que demuestra que no existen diferencias estadísticamente significativas al 95% ($p=0,499$) entre los valores obtenidos entre los distintos días del test de actividad postural de reposo (APR), ni en el de contracción voluntaria máxima en máxima intercuspidadación (CVM-MI). Por último, dicha prueba demuestra que sí existen diferencias estadísticamente significativas al 95% ($p<0,001$) entre los valores de APR y CVM-MI (**Gráfico 10**).

B. Músculo masetero izquierdo (LMM): la prueba demuestra que no existen diferencias significativas al 95% ($p=0,294$) en el comportamiento de las pruebas a lo largo del tiempo, y que no existen diferencias estadísticamente significativas al 95% ($p=0,274$) entre los días; pero sí existen diferencias significativas al 95% ($p<0,001$) entre los valores de la prueba de APR y CVM-MI (**Gráfico 11**).

C. Músculo masetero derecho (RMM): se repiten los mismos resultados; no existen diferencias estadísticamente significativas al 95% ($p=0,198$) en el comportamiento de las pruebas, ni a lo largo del tiempo ($p=0,125$); pero sí existen diferencias estadísticamente significativas ($p<0,001$) entre los valores de la prueba de APR y CVM-MI (**Gráfico 12**).

D. Músculo temporal anterior derecho (RTA): se obtienen los mismos resultados; no existen diferencias estadísticamente significativas al 95% ($p=0,790$) en el comportamiento de las pruebas, ni a lo largo del tiempo ($p=0,815$) entre los días; pero sí existen diferencias estadísticamente significativas ($p<0,001$) entre los valores de la prueba de APR y CVM-MI (**Gráfico 13**).

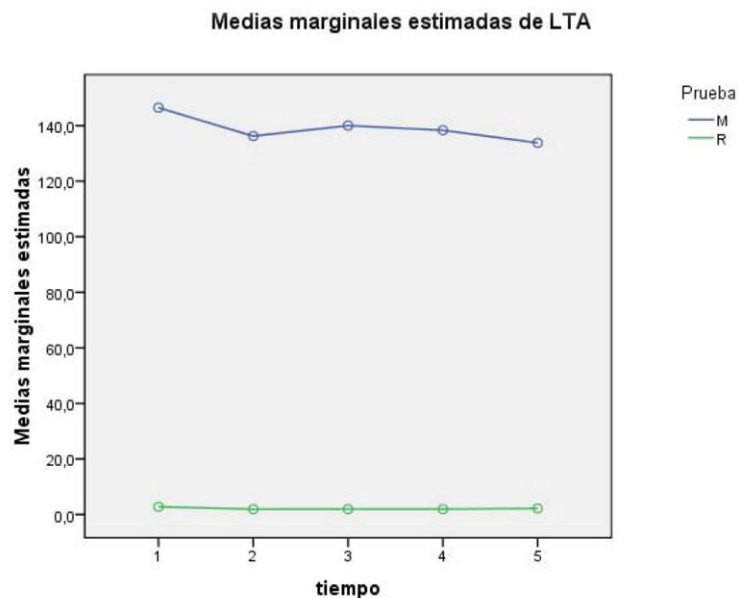


Gráfico 11: Perfil del análisis ANOVA de medidas repetidas con dos factores para el músculo LTA en las pruebas de actividad postural de reposo (R) y máxima contracción voluntaria en máxima intercuspidadación (M) a lo largo de cinco días consecutivos (1, 2, 3, 4, 5)

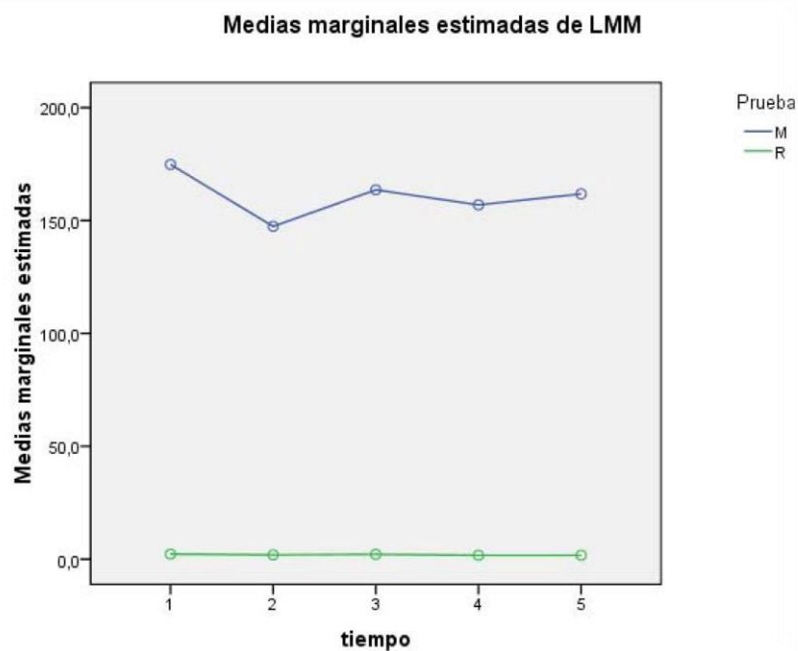


Gráfico 12: Perfil del análisis ANOVA de medidas repetidas con dos factores para el músculo masetero izquierdo en las pruebas de actividad postural de reposo (R) y máxima contracción voluntaria en máxima intercuspidadación (M) a lo largo de cinco días consecutivos (1, 2, 3, 4, 5)

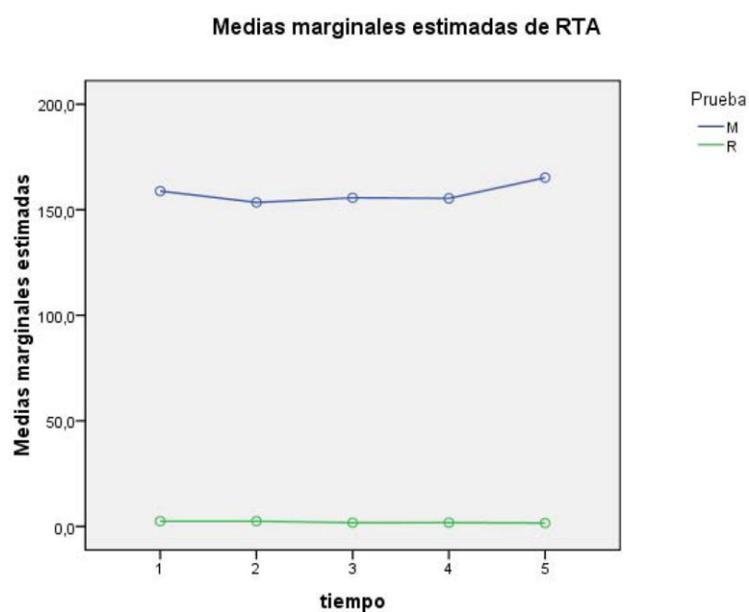


Gráfico 13: Perfil del análisis ANOVA de medidas repetitivas con dos factores para el músculo masetero derecho en las pruebas de actividad postural de reposo (R) y máxima contracción voluntaria en máxima intercuspidadación (M) a lo largo de cinco días consecutivos (1, 2, 3, 4, 5).

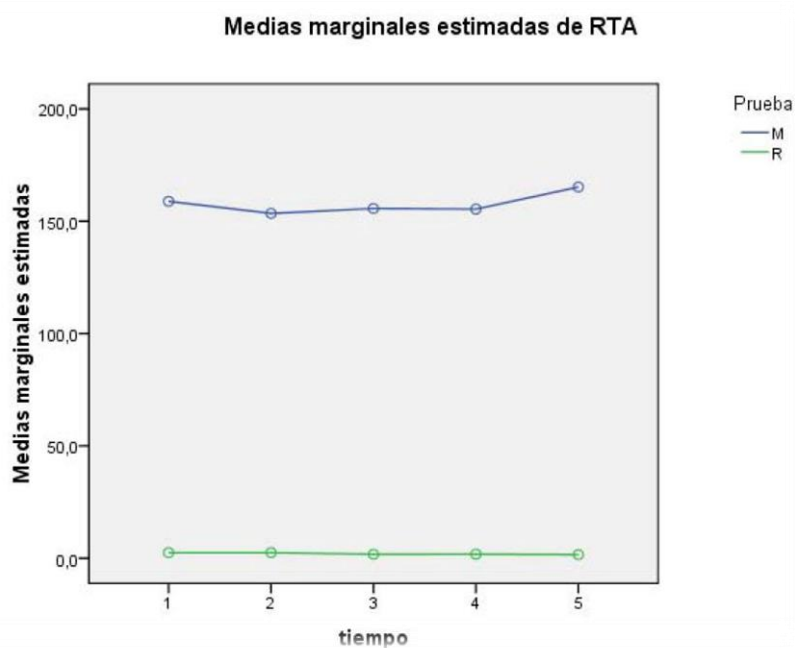


Gráfico 14: Perfil del análisis ANOVA de medidas repetidas con dos factores para el músculo RTA en las pruebas de actividad postural de reposo (R) y máxima contracción voluntaria durante máxima intercuspidadación (M) a lo largo de cinco días consecutivos (1, 2, 3, 4, 5)

DISCUSIÓN

“El objeto de toda discusión no debe ser el triunfo, sino el progreso”

Joserp Joubert

11.1. METODOLOGÍA EMPLEADA

El propósito de este estudio es determinar la eficacia del TENS de baja frecuencia según la técnica del **Dr. Jankelson** en pacientes con TTM muscular.

Según la literatura científica consultada, existen múltiples artículos que hablan de la utilización del TENS para diferentes tipos de patologías y en regiones anatómicas distintas a la región craneomandibular. Sin embargo, sobre su aplicación sobre la ATM, existen escasos estudios poco protocolizados, sin ser aleatorios y sin incluir grupos placebo ni control, para poder medir la eficacia del TENS y el método utilizado ^(107, 161).

En este estudio analizamos y evaluamos de forma objetiva y cuantitativamente, mediante electromiografía de superficie (EMGS) y VAS, la eficacia del TENS en la relajación muscular y en el alivio del dolor en pacientes con trastorno temporomandibular tipo muscular (grupo I del Eje I RDC/TMD), a los que se les aplica TENS y placebo y se compararan con un grupo control (sanos), a los que se les aplica TENS y placebo.

El reclutamiento de los 146 sujetos se realizó mediante criterios de inclusión y exclusión, que se dividieron en 75 Casos (pacientes con TTM muscular) y 71 Controles (sujetos sanos). Posteriormente, cada grupo se aleatorizó por bloques, según el tipo de tratamiento a recibir, que podía ser TENS o Placebo. Consiguiendo así, equilibrar el número de los grupos de tratamiento, evitando la aparición de sesgos en la formación de los diferentes grupos y pudiendo extrapolar los resultados a la población general ^(217, 236). A cada grupo se les administró de manera aleatoria TENS o placebo durante 45 minutos, y se midió antes y después de las aplicaciones, mediante registros de EMG y VAS.

El principal objetivo fue crear una muestra en la cual las diferencias de sexo y edad fueran las mínimas posibles. Por esta razón, escogimos una muestra en la cual la edad estaba comprendida entre los 18 y 65 años ⁽¹⁾, y en lo referente al sexo seleccionamos mujeres, ya que son éstas, las que con mayor frecuencia tienen la posibilidad de desarrollar un trastorno temporomandibular (61,3%) ^(1, 33, 180) frente a los hombres (33,3%) y demandan tratamiento del problema en la mayoría de los

casos ^(1, 33, 237) . Sin embargo **Solberg** ⁽³⁶⁾ y colaboradores, encontraron que no existen diferencias en cuanto al sexo, para tener mayor probabilidad de desarrollar un trastorno temporomandibular.

En el estudio de **Schulz R** y colaboradores ⁽³³⁾ , se encontró que existía una mayor prevalencia en mujeres del diagnóstico del grupo I del eje I RDC/TMD (muscular, 37,6 %) ^(32, 41) . Por este motivo, en nuestro estudio, nos centramos en el grupo I (problemas musculares) del eje I del RDC/TMD, ya que en todos los estudios consultados, la prevalencia de TTM muscular es mayor que en los grupo II y III ^(32-34, 37, 237) .

Según la literatura científica consultada sobre el TENS, comprobamos que en varios artículos no se había encontrado diferencias en cuanto a los efectos del TENS entre sexos ni en el grado de respuesta ^(117, 238, 239) , aunque sí podrían existir diferencias en los umbrales y la tolerancia al dolor entre hombres y mujeres ^(240, 241) , pudiendo influir en los resultados del tratamiento.

Una de las limitaciones de nuestro estudio, es que al no estar validado el protocolo DC/TMD de 2013 ⁽⁵¹⁾ al castellano, realizamos la historia clínica, siguiendo las directrices del RDC/TMD ⁽³⁵⁾ de 1992 para diagnosticar a los pacientes de dolor miofascial. Una de las principales diferencias entre los antiguos y los nuevos criterios, en cuanto a los procedimientos de exploración clínica, radica en que además de los criterios ya vistos, se añade el reconocimiento del dolor familiar por parte del paciente al realizarle la exploración, característica muy importante en el diagnóstico, así como la confirmación de su localización. Sin embargo, aún con esa diferencia, al haber seguido el RDC/TMD, se puede asegurar que el diagnóstico de dolor miofascial fue correcto.

En nuestro estudio sólo nos centramos en las directrices del eje I, sin tener en cuenta la importancia del eje II, en el que se realiza una valoración del estado psicosocial del paciente registrando tres aspectos psicosociales (el grado de dolor crónico, el nivel de depresión y la somatización). Este eje es importante en mujeres, ya que en ellas con mayor frecuencia los TTM van asociados a problemas psicológicos ^(33, 44) .

Actualmente se plantea incluir el nuevo RDC/TMD que incluya un eje III, en el que se relacionarán el eje I (físico) con eje II (psicosocial). En la actualidad, sólo podemos establecer una posible relación diciendo que la combinación de varios trastornos del eje I, se asocian con una posible cronicidad del trastorno temporomandibular y así mismo con las características psicosociales de los pacientes (eje II) ^(33, 242).

En nuestro estudio, los instrumentos de medida que se utilizaron fueron el VAS y la EMG de superficie. Las señales electrofisiológicas son fáciles de medir, pero al mismo tiempo, son más difíciles de interpretar cuantitativamente ^(9, 24, 203, 243).

Su validez, reproducibilidad, sensibilidad y especificidad diagnóstica, es afectada por diversos factores técnicos y biológicos. En distintas neuropatías y miopatías ⁽¹⁹⁷⁾, la EMGS como herramienta diagnóstica presenta una sensibilidad entre 70%-82% y una especificidad del 90%- 98% ⁽²⁴⁴⁾.

Además, se trata de una prueba costosa que requiere de mucho tiempo para la obtención de los datos y la experiencia del profesional es un factor muy importante para analizar la calidad del registro y correlacionarlos con los índices electrofisiológicos ^(181, 245).

Debido a esta apreciación subjetiva, la fiabilidad de este método ha sido muy discutida ^(6, 7, 184, 197).

Sin embargo, en los últimos años diversos estudios ^(180, 181, 201, 245, 246), apoyan su uso en el diagnóstico de los pacientes con TTM y proponen el empleo de un protocolo y un índice clínico estandarizado. **Cooper** ⁽¹⁰⁰⁾ y colaboradores, consideran necesario la confección de una base de datos que recopile valores electromiográficos de pacientes y sujetos sanos recogidos bajo un protocolo estandarizado ⁽¹⁷⁾.

Aunque en la actualidad la EMGS no se ha considerado una herramienta con suficiente fiabilidad para un diagnóstico válido ^(7, 191, 242), sí se ha demostrado su utilidad como herramienta de entrenamiento «biofeedback» ^(6, 7, 15, 186, 202, 247-250).

Uno de los inconvenientes que se le atribuye a la EMG, es la reproducibilidad de los registros de la misma. En el campo de la odontología, la reproducibilidad de la

EMGS de los músculos masetero y temporal ha sido ampliamente debatida en la literatura, fundamentalmente por la gran variabilidad inter e intrasujetos ^(57, 201, 251) encontraron que los registros tomados a un mismo sujeto en diferentes sesiones tenían resultados muy diferentes, con un error del 27,2% al registrar la actividad del masetero y un 20% al registrar la actividad del temporal anterior, con la mayor variabilidad en la prueba de máximo apretamiento en posición intercuspal.

En nuestro estudio, los músculos registrados fueron maseteros y temporales anteriores, por ser estos los de más fácil registro y los que se estudian con más frecuencia en otros estudios para poder ser comparados con nuestros resultados y mediante el test de reproducibilidad de nuestras medidas.

Los músculos fueron registrados en la posición de reposo mandibular, en la que persiste cierto grado de contracción, que varía según los momentos y según las personas. Esta pequeña cantidad de actividad eléctrica motora residual está mediada por el S.N.C. ^(252, 253) y en el músculo esquelético recibe el nombre de tono muscular ^(176, 234, 236).

El tono muscular, es la tensión pasiva determinada por la longitud de los músculos, así es, que a mayor longitud, existe una menor tonicidad muscular y al contrario el tono es un buen indicador del patrón muscular del paciente ⁽²⁵⁴⁾.

Cuando la mandíbula está en reposo, se sitúa de 2 a 4 mm por debajo de la posición intercuspal y se mantiene en esta posición gracias a la activación de los músculos faciales que contrarrestan la acción de la gravedad. Ésta, se encuentra en equilibrio gracias a la elasticidad y a la resistencia de los músculos elevadores y otros tejidos blandos de soporte de la mandíbula ⁽²⁵²⁾.

Las fibras musculares no se contraen sin que un potencial de acción estimule la fibra. Se cree que el tono muscular resulta totalmente de impulsos nerviosos provenientes de la médula espinal ⁽²⁵³⁾. Estos, a su vez, son controlados parcialmente por impulsos transmitidos del cerebro a las neuronas motoras anteriores, y, en parte por impulsos nacidos de los husos musculares ^(79, 214) que están localizados en el propio músculo.

Los trabajos más fiables son los de **Jankelson** (1990) ⁽⁷⁸⁾ y **Ferrario** (1993) ⁽¹⁸¹⁾ que definen del mismo modo la posición de reposo fisiológica y llegan a resultados muy parecidos, fijando el nivel de actividad media de los maseteros en 1,5 y 2 μV y el de los temporales entre 2 y 2,5 μV . Estos valores obtenidos coinciden con los del trabajo de **Ardizzone**, que encontraron valores medios del orden de 1,73 μV para los maseteros y de 2,64 μV para los temporales.

En nuestro estudio obtuvimos valores medios del orden de 1,6 μV para maseteros y 2,3 μV para temporales, siendo estos valores muy similares a los estudios anteriores.

Sggobi ⁽²³⁶⁾ y colaboradores, estudiaron la EMG de los músculos temporales anteriores y los músculos masetero y suprahiodeo en posición de reposo. Obtuvieron diferencias significativas en el estado de actividad muscular en el suprahiodeo, y se llegó a la conclusión, que se mantiene eficazmente por las propiedades viscoelásticas de los músculos y los tendones que contrarrestan la gravedad, ayudada por la existencia de un efecto intrabucal de presión.

El estudio realizado por **Pinho** ⁽¹⁸⁰⁾ encontró que la media de actividad contráctil de los músculos en reposo en personas disfuncionales era de $2,52 \pm 1,25 \mu\text{V}$. Este valor, es mayor que el encontrado en personas sanas. También se observó una marcada diferencia entre hombres y mujeres, siendo más baja en hombres ($1,37 \pm 0,61 \mu\text{V}$), que en mujeres ($2,64 \pm 1,25 \mu\text{V}$). Los maseteros tienen menor actividad (1,5-4 μV) que los temporales anteriores (2-2,5 μV). Esto podría ser debido a la labor prioritaria de los temporales anteriores en el mantenimiento de la mandíbula en la posición de reposo, frente a la gravedad. Sin embargo, ninguno de ellos determina con exactitud dónde se sitúa el nivel de normalidad del tono muscular, cuando la mandíbula está en posición de reposo.

Ante las magnitudes tan bajas y teniendo en cuenta la gran variabilidad que lleva implícita la técnica electromiográfica de superficie, se exigen tamaños de muestra muy amplios y protocolos muy bien estandarizados, para obtener resultados fiables cuando se estudia la actividad muscular en posición de reposo mandibular ^(1, 17).

La forma de evaluar el dolor en nuestro estudio, fue a través de la escala analógica visual (VAS), ya que puede utilizarse como una medida válida y fiable

tanto para la intensidad como para el sufrimiento del dolor humano. Estas escalas analógicas visuales se pueden utilizar con fiabilidad para medir el dolor inducido experimentalmente o el dolor clínico crónico. En diversos estudios se ha comprobado que es un instrumento sólido, fácil de rellenar, sensible al cambio, y por lo tanto fiable ^(14, 255, 256).

La escala VAS se fundamenta en que la experiencia del dolor es multidimensional, consistente en las dimensiones sensorial, cognitiva-evaluativa y afectivo-motivacional ⁽⁵⁵⁾.

Los estudios centrados en el componente afectivo del dolor, sugieren que el VAS es un factor predictivo de la intensidad del dolor, del comportamiento del dolor, de los niveles de uso de la medicación en el seguimiento, así como de la respuesta a la relajación y biofeedback en el tratamiento ⁽¹⁴⁾.

Una manera de asegurar una sensibilidad adecuada del VAS para los ensayos analgésicos, es probar su intervención en pacientes que han establecido dolor de intensidad moderada a severa. Por lo que necesitamos establecer en qué punto del VAS se produce esta variación ⁽²⁵⁶⁾.

En nuestro estudio, no hemos diferenciado la intensidad del dolor, sólo hemos partido de la base de que los sujetos presentaban dolor, sin indicar que grado dentro de la escala VAS ⁽²⁵⁶⁾.

Otros estudios como los de **Abelson** ⁽¹³³⁾ en 1983 y **Moore** ⁽²⁵⁷⁾ en 1997 también utilizaron esta escala. **Grimmer** ⁽²⁵⁸⁾ (1992), **Brown** ⁽²³⁹⁾ (2007) utilizaron una escala no-estándar u otro tipo de escalas para medir la intensidad del dolor antes y después del tratamiento **Kumar** ⁽¹⁴³⁾ en 1997, **Taylor** (131) en 1981. En el estudio realizado por **Thorteinsson** ⁽²⁵⁹⁾ (1987), no quedó claro, si los pacientes fueron interrogados de forma directa acerca de su experiencia subjetiva del dolor antes y después del tratamiento, debido a la inadecuación de su protocolo.

En el apartado siguiente, pasaré a describir los parámetros de estimulación de todas las modalidades de TENS en general, y comparándolos con nuestro TENS de baja frecuencia.

11.2. PARÁMETROS DE ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA

Los parámetros de estimulación son: tipo de electrodo, forma del impulso, duración del impulso, intensidad y frecuencia.

Según estos parámetros, se va a determinar el tipo de vía neurofisiológica que se activa ^(68, 80, 167).

Hay que destacar la importancia de la adecuada selección de parámetros, las características del impulso eléctrico (forma, duración, frecuencia), que son el elemento activo de la terapia con TENS. Además es fundamental la correcta dosificación y aplicación de los mismos, tanto la intensidad, tamaño y colocación de los electrodos, y así como el modo de estimulación ^(220, 223, 260). De la correcta combinación de todos estos elementos dependerá la efectividad del tratamiento mediante el TENS ⁽²⁶¹⁾.

De todos los parámetros, han sido: la intensidad, el tamaño, así como la colocación de los electrodos, los que han sido estudiados por un mayor número de autores en modelos de experimentación animal ⁽²⁶¹⁻²⁶³⁾ y en sujetos sanos ^(220, 264).

11.2.1. Electrodo: Colocación, tipo

La elección del tipo de electrodos a emplear, su tamaño y, fundamentalmente su colocación sobre el paciente, son otros de los elementos a tener en cuenta para una correcta realización de la terapia con TENS.

Nolan ⁽⁹⁹⁾, estudió si la efectividad del TENS, podía verse modificada por la elección del tipo de electrodo. Se analizaron 25 tipos diferentes de electrodos para determinar su grado de conductividad. Los resultados no fueron concluyentes respecto al material de los electrodos clásicos de goma o adhesivos, pero si en cuanto a tamaño, siendo los electrodos de menor tamaño los que mayor resistencia al paso de la corriente ofrecían ^(99, 265). Así, a mayor tamaño de los electrodos, mayor área en la que distribuirse la corriente y, por tanto, menor densidad, produciéndose menos molestias y unos efectos más uniformes ⁽²⁶⁰⁾.

En nuestro estudio, seguimos la técnica de **Jankelson**, colocando electrodos tipo Myotrode, que son electrodos, de un tamaño inferior a 1 cm de diámetro. Contienen un gel conductor y son autoadhesivos, pegándose sobre la piel. Según nuestros resultados obtenemos una buena conductividad, a pesar de su tamaño y sin molestias asociadas en el paciente ⁽²²⁴⁾ .

Respecto a la colocación de los electrodos sobre el paciente, según la literatura científica consultada ⁽²⁶⁶⁾ , se desprende que la opción de colocación de los electrodos que mayor evidencia aporta, al ser comparada con las otras, es la que los sitúa sobre la zona del dolor o alrededor de la misma ^(83, 90, 144, 239, 267-270) Otra posibilidad es en la misma vía que inerva el área lesionada.

Según nuestro protocolo de estudio, los electrodos son colocados según protocolo de **Jankelson** (1990) ^(78, 268) , por delante del trago sobre el trayecto del nervio trigémino en relación con la escotadura sigmoidea.

No obstante, también se han referido resultados positivos al aplicar el TENS en lugares alejados a la zona del dolor. Como sobre las raíces nerviosas a nivel medular ^(113, 220, 222, 259, 271) , transcranealmente ⁽²⁷²⁾ , o sobre puntos de acupuntura ^(164, 273-275) .

Recientemente, estudios experimentales en animales han confirmado la hipótesis de que la aplicación de TENS en el lado contralateral, modifica la transmisión del dolor que ocurre en el lado inflamado, reduciendo la hiperalgesia. ^(222, 262, 276-278) . Esto se debe, a que las proyecciones del sistema descendente inhibitorio son bilaterales, difundiendo y conectando ambos lados de la médula espinal ^(262, 279) . Otros estudios, han demostrado que las aferencias espinales profundas, presentan proyecciones bilaterales en el cuerno dorsal ^(222, 280) . Sin embargo, **Aarskog** ⁽²⁸¹⁾ y colaboradores dice que el TENS puede ser ineficaz si los electrodos se colocan de forma contralateral o distante al sitio de dolor.

Han sido varios los estudios publicados con modelos experimentales de dolor, sobre la relación entre la colocación de los electrodos y el efecto del TENS, en el miembro superior, con aplicación de presión o calor. En el estudio de **Brown** ⁽²³⁹⁾ y colaboradores, aplicaron TENS de alta frecuencia (100 Hz) en sujetos sanos a los que previamente se les había inducido dolor experimentalmente. No se demostró

ninguna diferencia significativa en el alivio del dolor, cuando fue aplicado durante 5 minutos en el sitio doloroso del antebrazo, en comparación con un sitio alejado de la zona dolorosa. Este estudio utilizó un periodo de estimulación relativamente corto, y no se encontraron diferencias significativas cuando el TENS fue colocado en el sitio del dolor comparándolo, cuando el TENS se colocó a distancia.

En el estudio de **Aarskog** ⁽²⁸¹⁾ y colaboradores observaron el umbral de dolor a la presión (PPT) utilizada, para comparar dos niveles de intensidad de alta frecuencia TENS (100 Hz) aplicando simultáneamente durante 20 minutos en la mano y antebrazo en ambos lados.

Así, cuando se da una alta intensidad de estimulación pero no dolorosa, se produce un aumento del umbral al dolor mecánico del lado ipsilateral al dolor, pero si se administra a un nivel sensorial no lo hace.

La relevancia de la intensidad del estímulo, también se destacó en un estudio realizado por **Claydon** ⁽¹⁰²⁾ y colaboradores. Estos autores compararon alta y baja frecuencia (4 Hz y 110 Hz), junto con alta y baja intensidad, y el lugar de estimulación (segmental) y alejado del sitio de estimulación (extrasegmental). En su análisis encontró, que el TENS aplicado en segmental y en sitios extrasegmentales, con una alta intensidad, utilizando diferentes frecuencias en cada sitio, produjo la mayor hipoalgesia. Estos resultados indican, que las corrientes de alta intensidad (cualquiera que sea la frecuencia) son el parámetro clave en aplicaciones de TENS.

En el estudio, **Buonocore y Camuzzini** ⁽²⁸²⁾, mostraron que la TENS de alta frecuencia (100 Hz), aumentó significativamente el umbral del dolor a estímulos de calor, en el área de la estimulación del nervio radial superficial en comparación con umbrales registrados durante una sesión de control sin tratamiento. El aumento en el umbral, fue observado durante los 10 minutos durante la aplicación del TENS y hasta 60 minutos después de la estimulación.

Dean ⁽²⁷⁰⁾ y colaboradores, en su estudio, encontró que el TENS eleva los umbrales somatosensoriales dentro de la distribución del nervio estimulado en sujetos sanos. El efecto ipsilateral, es homologable con los hallazgos de estudios en animales, ya que se observan efectos del TENS mayores cuando la colocación de los electrodos es ipsilateral en los campos receptivos somáticos ⁽²⁷⁸⁾.

Chesterton ⁽²²⁰⁾ y colaboradores, en su estudio experimental en sujetos sanos, compararon la baja frecuencia y alta intensidad, en el sitio del dolor y extrasegmental (a distancia), observando que la baja frecuencia, alta intensidad aplicada a distancia, produce rápidos efectos hipoalgésicos y sostenidos, posteriores a la aplicación del TENS, y la combinación de dos sitios no produce grandes efectos.

En un estudio en 1981, **Rao** ⁽²⁶⁶⁾ y colaboradores, investigaron el parámetro colocación del electrodo en 114 pacientes, y no hallaron una clara correlación entre la colocación y la analgesia conseguida. Esto explica, que a nivel clínico, se realice una aplicación basada en las sensaciones del paciente, a la hora de determinar la colocación más efectiva de los electrodos en cada caso ⁽¹¹³⁾ .

Sin embargo, algunos autores han sugerido que una colocación incorrecta de los electrodos, puede dar explicación a los resultados negativos que se han obtenido en muchos de los estudios y revisiones ^(83, 99, 144, 239, 260, 283) .

En el estudio de **Radhakrishnan** y **Sluka** ⁽²⁸⁴⁾ demostraron, que la analgesia producida por el TENS se debe a las aferencias del tejido profundo. Realizando el bloqueo diferencial de las aferencias cutáneas con anestésicos locales, durante la aplicación de TENS, no existía ningún efecto sobre la analgesia producida en alta (100 Hz) y la frecuencia (4Hz). Sin embargo, cuando un anestésico local se aplica a la articulación de la rodilla inflamada durante la aplicación de TENS, había un bloqueo completo de los efectos analgésicos de TENS ⁽²⁸⁵⁾ .

11.2.2. Forma del impulso

La forma del impulso influye en la transmisión del impulso eléctrico en el cuerpo, en el efecto fisiológico que se produce, y en la sensación percibida por los pacientes ^(260, 286, 287) .

La modalidad de forma de impulso que básicamente se asocia a terapia TENS, es la bifásica ⁽⁹⁶⁾, (también conocida como bidireccional o alterna), pulsada (impulsos seguidos de una pausa), tanto simétrica como asimétrica, y normalmente compensada.

De este modo el impulso tendrá un potencial de carga neto igual a cero, entre la fase positiva y negativa, no produciéndose así acúmulo de cargas debajo de cada electrodo ⁽²⁸⁸⁾ .

En el caso de utilizarse impulsos monofásicos, al no estar compensados, se produciría un acúmulo neto de cargas eléctricas debajo de cada electrodo, que podría conducir, si la aplicación se prolonga el tiempo necesario, a irritaciones e incluso quemaduras de la piel debajo del electrodo. Por este motivo, es más apropiado el uso de impulsos compensados durante la aplicación clínica del TENS, ya que los tratamientos analgésicos suelen ser prolongados, muchas veces superando una hora de aplicación o con más de una aplicación al día, a veces durante muchos días consecutivamente ⁽²³⁸⁾ . Además de compensado o no, un impulso bifásico puede ser simétrico o asimétrico, dependiendo de si la forma del impulso en su fase positiva es igual a la de su fase negativa (simétrico), o de si es distinta (asimétrico). En este caso, la elección de una opción u otra no afecta a la efectividad del tratamiento ⁽²⁸⁸⁾ .

En nuestro estudio utilizamos la forma de pulso bifásica asimétrica ^(77, 224) .

11.2.3. Duración del impulso

La duración de los impulsos, también conocida como anchura de impulso, es la principal característica que diferencia al TENS del resto de las formas de electroterapia clásicas (diodinámicas, exponenciales, Trabert, LeDucy). Mientras que en estas modalidades clásicas los impulsos tienen duraciones mayores a 1 milisegundo, en la técnica TENS las duraciones son mucho más cortas, midiéndose en microsegundos (ms). El hecho de que los impulsos TENS sean tan breves, hace que sean más agradables para el paciente, comparados con los impulsos de la electroterapia clásica. Así, el confort es una de las características que explica la gran aceptación de esta técnica por parte de los pacientes.

La duración de impulso en TENS, puede ajustarse libremente, situándose habitualmente entre 50 y 1.000 ms. Los efectos fisiológicos producidos por el TENS dependerán, en parte, de una adecuada selección de la duración del impulso. En

general, parece haber un consenso en que al aumentar la duración del impulso más allá de los 250 ms se consiguen los mayores efectos analgésicos al producirse una mayor inhibición de la actividad neuronal del asta posterior medular ^(83, 278, 289) .

En nuestro estudio utilizamos una duración de impulso de 150 a 250 microsegundos aplicando la técnica de **Jankelson** ^(78, 224) .

11.2.4. Intensidad

Conocer los efectos de la variación de los niveles de intensidad del TENS, es fundamental, para que la aplicación de la dosis de estímulo eléctrico no esté basada en una elección empírica del fisioterapeuta ⁽²⁶⁸⁾ .

A la hora de dosificar la intensidad, en la práctica, el fisioterapeuta se guía por la percepción del paciente, graduándose por niveles de sensaciones producidas ^(83, 268, 272) .

La intensidad, puede ser un parámetro determinante a la hora de alcanzar efectos analgésicos óptimos, de forma que la aplicación de intensidades elevadas, es más eficaz que las intensidades bajas, con independencia del resto de parámetros de aplicación del TENS ^(136, 220) .

Claydon ⁽¹⁰²⁾ , en un estudio en 2008, investigó el efecto analgésico de diferentes combinaciones de parámetros de TENS sobre el umbral de dolor a la presión en 208 sujetos sanos. Los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente en ocho grupos: seis con diferentes combinaciones de parámetros, un grupo placebo y un grupo control. La intensidad aplicada en los grupos que recibían TENS podía ser elevada o baja. El mayor efecto analgésico, se asoció al uso de las intensidades elevadas, independientemente de la frecuencia empleada, confirmando, la importancia fundamental del empleo de dosis elevadas para una correcta administración del TENS.

El hecho de que las intensidades mayores produzcan mayores efectos, puede deberse, a que para producir un efecto analgésico óptimo, la aplicación de impulsos debe tener la suficiente intensidad como para alcanzar y activar las terminaciones

nerviosas de los tejidos profundos, de forma que, esas aferencias puedan estimular los mecanismos centrales inhibitorios del dolor, como pueda ser la medula rostral ventral ⁽²⁸⁴⁾ .

Una de las características primarias constatadas en las aplicaciones de TENS consiste, en que si se mantiene la intensidad de estimulación a un nivel constante durante un tiempo suficiente, se produce una disminución de la sensación producida por el TENS en el paciente ⁽⁹⁹⁾ .

Estos cambios de percepción, denominados *tolerancia*, podrían ser atribuidos al efecto que sobre los receptores cutáneos tiene una estimulación regular y repetitiva, que produciría un fenómeno de adaptación del sistema nervioso, ante el citado estímulo producido por el TENS ^(225, 229, 238, 290) . Por tanto, para mantener estable el nivel de percepción, la intensidad debe ir incrementándose a lo largo de la aplicación ^(102, 110, 169, 281) .

Estudios experimentales, constatan la importancia de guiarse de la percepción subjetiva referida por el paciente y producida por el TENS, como elemento de control para ajustar la intensidad de la estimulación, de forma, que se consiga mantener la percepción del paciente durante toda la aplicación ⁽¹⁰²⁾ .

De hecho, es conocido que muchos estudios clínicos sobre la efectividad del TENS en su momento, no tuvieron en cuenta el fenómeno de la acomodación, incurriendo así en la aplicación de intensidades de estimulación potencialmente inefectivas ^(110, 268) .

En la práctica clínica, el TENS se aplica habitualmente con un patrón de impulsos constante ⁽¹¹⁸⁾ . No obstante, muchos equipos de TENS disponen de la posibilidad de programar la modulación de la frecuencia o bien de una frecuencia alternante. Esta alternativa de programación puede ayudar a minimizar el fenómeno de la tolerancia ^(263, 291) .

La frecuencia modulada, consiste en establecer fluctuaciones de frecuencia, de hercio en hercio, entre dos parámetros preestablecidos en un intervalo de tiempo previamente determinado ^(121, 227, 238, 261, 286) .

Sin embargo, la frecuencia alternante, consiste en establecer dos frecuencias de estimulación que se van alternando, estando un tiempo determinado en cada una de ellas ^(264, 291) . Se considera que el hecho de aplicar un estímulo con frecuencia modulada o alternante, reduce la acomodación que sufre el sistema nervioso ante impulsos monótonos, ya que con la variación de frecuencias el estímulo que el paciente está recibiendo varía continuamente ^(228, 291) .

Por otro lado, si los parámetros sobre los que va a variar la frecuencia abarcan la franja correspondiente a la baja y a la alta frecuencia, se cree que se activarían simultáneamente los diferentes mecanismos fisiológicos correspondientes a ambas modalidades, produciendo un efecto sinérgico que aumentaría la analgesia ^(217, 220, 228, 292, 293) . Sin embargo, Hasson en su estudio, no encontró diferencias entre utilizar una frecuencia fija de 2 Hz o de 100 Hz, o alternadas.

Está demostrado que la analgesia que proporciona el TENS, está relacionada con la secreción de péptidos opioides en el sistema nervioso ^(262, 294) . Por otro lado, es conocido que la administración repetida de opioides, desarrolla una disminución en su efecto analgésico que puede ser transitoria o crónica, y que es conocida como tolerancia cruzada ⁽²⁷⁵⁾ ; disminuyendo así la respuesta a otros opioides. Es así, que si el efecto del TENS es básicamente de naturaleza opioide, se ha estudiado que la administración repetida del TENS, conduce al desarrollo de tolerancia. De esta manera, pacientes en tratamiento con dosis elevadas de fármacos opioides, o que recibieron tratamientos prolongados con este tipo de fármacos, posteriormente se ha comprobado que no responden a tratamientos de TENS.

En un estudio en ratas, en un proceso inflamatorio articular, se comprobó como la administración repetida de TENS durante seis días (tanto de alta como de baja frecuencia), disminuía su efecto analgésico a causa del desarrollo de tolerancia y también provocaba tolerancia cruzada a agonistas opioides m y l. **Chandran (225)** y colaboradores, y **DeSantana** ⁽²²⁷⁾ y colaboradores en sus estudios, observaron que la administración diaria repetida del TENS, causa tolerancia analgésica a los a los receptores opioides espinales en el cuarto día ⁽²²⁵⁾ .

En el caso de un estudio con seres humanos, **Liebano** ⁽²⁹⁰⁾ y colaboradores, han constatado, comparando con un placebo, que la aplicación repetida diariamente de

TENS con los mismos parámetros, produce una disminución de la efectividad del TENS a partir del cuarto día de tratamiento.

Algunos trabajos experimentales han demostrado, que el TENS puede tener un efecto acumulativo en estudios de **Sjolund y Eriksson**, 1979 ⁽⁹²⁾; **Woolfe y Wall**, 1982 ⁽²⁹⁵⁾ y **Wynn**, 1980 ⁽²⁹⁶⁾. Es por ello, que a nivel clínico, es importante tener presente la posible aparición de tolerancia a la hora de prescribir sesiones consecutivas de TENS, como es el caso de pacientes con dolor crónico.

En los últimos años, algunos estudios han investigado diferentes estrategias para mejorar la eficacia de TENS, y así prevenir, o retrasar el desarrollo de la tolerancia. Hingne y Sluka mostraron que el bloqueo de los receptores NMDA y CCK evita la tolerancia analgésica, mediante la prevención de la tolerancia a los receptores opioides espinales.

Si embargo, **Defrin** ⁽²⁹⁷⁾ y colaboradores, demostraron en su estudio que la disminución de la sensación del estímulo durante la aplicación de TENS no era determinante, no siendo necesario ajustar la intensidad del estímulo para prevenir la tolerancia al TENS.

11.2.5. Frecuencia

Las frecuencias mayoritariamente empleadas en TENS, varían entre 1 y 200/250Hz ⁽⁸³⁾.

La evidencia proveniente de los estudios, tanto en modelos con animales, como con sujetos sanos, nos indica que la frecuencia elegida es el parámetro que determinarían la activación de diferentes mecanismos fisiológicos periféricos y centrales ^(83, 118, 260, 287).

Según la literatura, en la elección de la frecuencia básicamente se presentan dos posibilidades: baja frecuencia o de acupuntura (menor de 10Hz) y alta frecuencia (mayor de 50Hz), con efectos fisiológicos y terapéuticos distintos.

El TENS de *alta frecuencia* o TENS convencional (superior a 80Hz, anchura de pulso menor de 150 μ s y baja intensidad), produce una sensación de hormigueo y de calor en el paciente de forma local. Se activan los mecanismos del Gate Control por una sobreestimulación de las fibras A β ^(88, 298) . Sin embargo, el TENS de *baja frecuencia* o de acupuntura (frecuencia inferior a 10Hz, anchura de pulso superior o igual a 150 y alta intensidad), produce espasmos musculares, que son incómodas para el paciente, y da lugar a la secreción de endorfinas ⁽⁹⁴⁾ . Este último, se asocia con una aparición más lenta y una duración más prolongada de la analgesia, en comparación con el TENS de alta frecuencia.

En nuestro estudio, utilizamos un Myomonitor J4, de la casa Myotronics, que emite estímulos eléctricos de baja frecuencia de 0,5 a 2 Hz. La contracción muscular resultante de la estimulación del MyoMonitor, está neuronalmente mediada, en lugar de ser únicamente el resultado de la estimulación directa de las fibras musculares ⁽²²⁴⁾ .

Eriksson y **Sjolund** han informado, que el tiempo de inducción de la antinocicepción es corto, siendo significativamente mayor para la baja frecuencia que para la alta frecuencia. Además han demostrado, que la baja frecuencia está asociada con un aumento de concentraciones de sustancias similares a los opiáceos en el líquido cefalorraquídeo (LCR), y que el alivio del dolor obtenido puede ser invertido por la naloxona ^(92, 93, 299) .

En consecuencia, proponen que el TENS de alta frecuencia, actúa produciendo una interacción segmentaria entre fibras mielinizadas activadas por el TENS y las pequeñas fibras nociceptivas, y que actúa activando a las neuronas que emiten neuropéptidos similares a los opiáceos. Esto se ha demostrado tanto en modelos de experimentación en animales ⁽²⁷⁸⁾ , como en sujetos sanos ^(220, 270) , así como, en pacientes reales con dolor ⁽¹¹⁸⁾ .

No obstante, hay mucha variabilidad en los resultados; algunos autores hablan de que el efecto analgésico es relevante clásicamente a los 10 min del inicio de la aplicación ⁽²²⁰⁾ , mientras que otros, afirman que con la combinación de parámetros adecuada, el TENS reduce el dolor desde el primer minuto de aplicación ^(228, 239, 300) .

Se ha estimado, que la duración del efecto analgésico tras finalizar una sesión, oscila entre 8 y 24 horas de duración ^(142, 227, 301) . Recientemente se ha destacado la importancia de emplear intensidades elevadas para conseguir una mayor duración del efecto del TENS postratamiento ⁽¹⁰²⁾ .

Es interesante observar, que en el estudio de **Salar** ⁽⁹⁵⁾ y colaboradores encontraron una mayor concentración de sustancias similares a opiáceos en el líquido cefalorraquídeo en un grupo de pacientes sin dolor, a los que se les administró el TENS de alta frecuencia. Esto explica que el TENS no tenga efectos nocivos para el organismo ⁽³⁰²⁾ .

Los resultados de los estudios publicados señalan la mayor efectividad clínica de los tratamientos TENS con frecuencias altas respecto a las frecuencias más bajas ^(83, 88, 130, 303-307) .

Las evidencias disponibles más recientes, confirman que en ambas frecuencias, la secreción de opioides endógenos es el principal mecanismo fisiológico responsable de la analgesia producida por la aplicación de TENS ^(88, 261, 271, 285, 289, 308, 309) . Sin embargo, no está claro, si existen diferencias en la efectividad clínica entre alta y baja frecuencia ⁽²²⁸⁾ .

En el estudio de **Tong** ⁽²⁹¹⁾ y colaboradores compararon tres grupos; alta frecuencia (100 Hz), baja frecuencia (2 Hz) y frecuencia alterna (2/100 Hz) aplicada a un grupo control en el antebrazo durante 30 minutos. Observaron que la frecuencia alterna produjo un aumento significativo del umbral de dolor por presión y al calor. Mientras que el grupo de alta frecuencia y el de baja frecuencia, produjeron sólo un aumento significativo para el umbral de dolor por presión. Los cambios observados en los umbrales alcanzaron su pico máximo, en el final del periodo de estimulación (30 minutos).

DeSantana ⁽²²⁶⁾ y colaboradores, en su estudio en ratas, con inflamación articular inducida experimentalmente, demostraron que la alta intensidad de estímulo, alternando con la administración de baja y alta frecuencia de TENS produce un mayor efecto hipoalgésico, retrasando significativamente el desarrollo de la tolerancia al TENS.

Chen ⁽³⁰⁴⁾ y colaboradores, en 2008 revisaron los estudios de TENS en el dolor experimental, con el objetivo de establecer el efecto de la frecuencia de pulso hipoalgésico.

Hanson ⁽²⁹⁸⁾ en su estudio con 62 pacientes con dolor orofacial, divididos en 3 grupos (TENS alta frecuencia, TENS baja frecuencia y placebo), observaron que los TENS activos, experimentaron una mayor reducción del dolor que el grupo placebo. Sin embargo, no se encontró una diferencia significativa entre la alta y baja frecuencia. El uso del modo de frecuencia alternas no demostró tener mayores efectos analgésicos que el de las frecuencias de estimulación fijas.

El TENS de alta frecuencia (100 Hz), aumenta la liberación de la dinorfina (un péptido opioide potente), mientras que la TENS de baja frecuencia promueve la liberación de encefalina y endorfina ^(115, 259).

En el ensayo de **Law** ⁽¹³⁰⁾ y colaboradores, observaron la frecuencia óptima de estimulación del TENS, en 34 participantes con osteoartritis de rodilla. Fueron asignados al azar en 4 grupos (Control placebo, baja frecuencia, alta frecuencia y frecuencia alterna). Utilizaron el VAS para medir la intensidad de dolor. Demostraron que la aplicación de la TENS a una frecuencia alterna de 2 Hz y 100 Hz, produce un mayor efecto analgésico que una frecuencia de estimulación fija a 2Hz o 100Hz.

El uso de estimulación de alta intensidad y alta frecuencia TENS, parece ser la más eficaz, sobre todo a corto plazo ⁽³¹⁰⁾, siendo la baja frecuencia más efectiva a largo plazo.

La mayoría de los estudios encontrados hablan del efecto del TENS en la disminución del dolor ⁽³¹¹⁾, siendo muy pocos los estudios que miden la relajación muscular producida por el TENS ⁽³¹²⁾.

En el estudio de **Pierloni** ⁽³¹³⁾, evalúan y cuantifican los efectos del TENS de baja frecuencia, durante la aplicación de 60 minutos y encontraron efectos de relajación muscular mediados a través del SNC. Y **Schöttl** ⁽¹⁰⁸⁾, estudia los efectos del TENS a nivel muscular, reflejo, neural y bioquímico.

En el artículo de **Ruiz Mirete** ⁽³⁰²⁾ observaron que el Myo-Monitor registra relajación muscular y disminución del dolor cuando los pacientes utilizan el BNS-40, que es la “forma de casa” del sistema Miotronics.

Eble ⁽¹⁶¹⁾ y colaboradores, utilizan una metodología similar a nuestro estudio, con un aparato Myomonitor J4, con impulso rectangular de 0,5 ms cada 1,5 segundos. La duración del tratamiento fue diferente, ya que aplicaron el TENS durante 20 minutos y en nuestro estudio fue 45 minutos. Es el tiempo establecido según la técnica de Jankelson, para poder obtener un efecto analgésico adecuado.

En este estudio sólo se midió la actividad muscular antes y después de los músculos masetero y temporal anterior sin registrar la intensidad del dolor pre y post. La población de estudio fueron sujetos sanos y no se compararon con otros grupos de sujetos no sanos, ni con placebos.

Se han encontrado otras dos revisiones en las que utilizan el mismo protocolo utilizado para nuestro estudio. Una de ellas, es la revisión de **Costanzo(106)**, que utiliza el sistema K7 para registrar la actividad muscular en reposo antes y después de la aplicación de 45 minutos del TENS, de todos los músculos (temporales, maseteros anterior y posterior, digástricos). Sin embargo, en nuestro estudio, sólo registramos los músculos maseteros y temporales anteriores con el sistema K6. Estos autores no hacen alusión al registro de disminución del dolor, siendo un parámetro importante en la valoración de eficacia del tratamiento, que puede influir en los trastornos físicos.

Los resultados obtenidos en este estudio son muy parecidos a los nuestros, ya se redujo la actividad eléctrica de todos los músculos analizados y se produjo un equilibrio en ambos lados en el registro posterior. En nuestro estudio observamos que tanto en los casos, como en los controles, existe un equilibrio posterior después de la aplicación de TENS en los dos lados, tanto en los músculos maseteros como en los temporales, siendo esta simetría mayor para los casos (TTM muscular).

En la segunda revisión según **Carballo y Cols** ⁽¹⁰⁵⁾, también se contempla el mismo protocolo de nuestro estudio, excepto en la medición de la intensidad del dolor mediante VAS. No especifica que electromiógrafo utiliza para el análisis de la actividad muscular y el método de aplicación del TENS también es algo diferente, en

cuanto a los parámetros de estimulación. La anchura de la onda bifásica asimétrica, es de 500 microsegundos, mientras que en nuestro estudio es de 250 microsegundos. La intensidad utilizada es una intensidad fija de 8 a 12 mA, mientras que en nuestro estudio individualizamos el umbral de estímulo de cada paciente, ajustando en cada caso (0-25 mA), para obtener mayores beneficios y así evitar el efecto de tolerancia.

En referencia a todos los parámetros de estimulación revisados, podemos afirmar que la aplicación recomendada de TENS según la literatura científica consultada hasta el momento, sería la forma de impulso bifásica compensada simétrica, con alta frecuencia modulada, con electrodos grandes situados en la zona de dolor, intensidad máxima pero sin producir dolor ⁽²⁶⁹⁾

11.3. SOBRE NUESTROS RESULTADOS

En nuestro estudio valoramos la eficacia del TENS mediante la evaluación del VAS y registros EMG antes y después de la aplicación del TENS en casos (pacientes con trastorno TTM), comparados con controles (sanos).

La aplicación de TENS ha promovido el alivio del dolor y disminución simultánea de la actividad mioeléctrica de los músculos masetero y temporal

Los valores del VAS disminuyeron más en el grupo TENS que en los Placebos.

La relajación de los músculos hizo, que todos los valores medios de actividad en reposo, disminuyeran significativamente en relación con los obtenidos en la misma prueba antes de aplicar el TENS. Lo mismo sucede en los trabajos de **Murphy** en 1990 ^(314, 315), de **Holt** en 1995 ⁽³¹⁶⁾ y de **Silmi** en 1996 ⁽³¹⁷⁾, de **Eble** 1999 ⁽¹⁶¹⁾ y de **Ardizzone** 2000 ⁽²⁷⁾.

En todas las pruebas de reposo, tanto antes como después del TENS, hemos obtenido valores electromiográficos mayores en los músculos temporales que en los maseteros. Esta circunstancia también se produce en los estudios de **Jankelson** ⁽⁷⁸⁾ y **Ferrario** ⁽³¹⁸⁾, y podría deberse al papel protagonista que desempeñan estos

músculos en el mantenimiento de la mandíbula en posición de reposo, frente a la fuerza de la gravedad.

11.3.1. Edad

En los 4 grupos de estudio, las diferencias en la edad no han sido estadísticamente significativas ($p=0,013$) para ser motivo de estudio.

11.3.2. Grupo TENS

Se ha observado que se produce una disminución tanto del VAS como de la actividad muscular. Los registros EMG entre los valores pre y post son estadísticamente significativos en todos los parámetros, $p<0.001$, por lo que podemos afirmar que existe efectividad clínica a favor del tratamiento TENS. Observamos también, que además de producirse una disminución entre los valores pre-post, todas las variables se equilibran.

En los registros EMG, observamos que la mayor reducción de la actividad muscular se produjo en el músculo masetero izquierdo (LMM), seguido de temporal anterior izquierdo (LTA), músculo masetero derecho (RMM) y temporal anterior derecho (RTA).

El músculo LTA pasa de valores de 1,8 a 1 μV y RTA pasa de valores de 2,2 a 1,2 μV . Y el músculo LMM pasa de valores de 1,6 a 1 μV y LMR de valores 1,4 a 0,9 μV . Como podemos observar, los valores de 1 (LTA) y 1,2 (RTA) y 1 (LMM) y 0,9 (RMM), son similares, existiendo mayor significación para LTA vs RTA $p=0.311$. Observamos que después de la aplicación del TENS, se produce una simetría muscular en cada pareja de músculos, que hace que ambos lados se equilibren (Costanzo)(106).

El VAS, medido sólo en los casos, tuvo una reducción de la intensidad del dolor estadísticamente más significativa ($p<0.001$).

11.3.3. Grupo placebo

Se ha observado que existe poca efectividad clínica, ya que sólo se observa disminución de la actividad muscular para el músculo temporal anterior ($p=0.001$), siendo mínima la reducción para el resto de músculos. La reducción en el VAS entre pre y post es menor que el grupo TENS ($p<0.001$). También podemos observar que en cada pareja de músculos se consigue una menor simetría (LTA vs RTA $p=0.540$, LMM vs RMM $p=0.902$).

11.3.4. Diferencias placebo y TENS

En el VAS, observamos que el TENS tiene mayor efectividad clínica en la reducción del dolor en los Casos, ya que en los controles no existe variación del VAS, se considera siempre cero.

Al comparar las diferencias antes y después, comparando el grupo de TENS y el placebo obtenemos valores estadísticamente significativos para el VAS ($p<0.001$), medido sólo en los Casos, se redujo más del doble en el grupo TENS (3,18) que en Placebo (1,49).

A nivel de los registros EMG observamos valores estadísticamente significativos en el músculo masetero izquierdo (LMM), siendo el resto de músculos menos significativos. Por lo que podemos afirmar, que el TENS es efectivo en pacientes con TTM, en la reducción del dolor y en la actividad muscular. Si comparamos las diferencias entre las dos variables (VAS y registros EMG) en el grupo Casos, observamos claramente que la diferencia en el descenso del VAS es mayor (con una significación de $p<0.001$), que la disminución de los registros EMG. Por tanto, el TENS es más efectivo en reducir el dolor que la actividad muscular.

Además de producirse esta relajación muscular, sucede que ambas parejas de músculos se equilibran en todos los pacientes a los que se administró el TENS. Esta ventaja del TENS hace que éste se utilice para el registro de la relación céntrica mandibular, en la confección de férulas y para su posterior ajuste ^(78, 106, 319).

Hay que destacar, que a pesar de que los valores del VAS y registros EMG son algo mayores en el Placebo, se ha observado que en el grupo TENS existe una mayor reducción de la actividad muscular en los valores post, siendo estas diferencias estadísticamente significativas. Por lo que podemos afirmar que el TENS es más efectivo que el placebo, en la reducción de la actividad muscular.

Encontramos, que a pesar que los placebos tienen valores más altos, el descenso del VAS fue menor, por lo que esto es indicativo, de la mayor eficacia del TENS en pacientes con TTM. La reducción de la actividad muscular también fue más notable en los pacientes en los que se le habían aplicado TENS, pero siendo menos llamativa.

11.4. DIFERENCIAS ENTRE CASOS Y CONTROLES

El grupo Casos (pacientes con TTM) presentan valores EMG y de VAS mayores que en controles (sanos).

La carga muscular estática, de un paciente con TTM y sus consecuencias metabólicas, determinan que los músculos no tengan un descanso adecuado y se fatiguen antes que los sujetos sanos. Esta situación desencadena un estado de hiperactividad o espasmo del músculo temporal anterior y en el masetero se traduce en dolor ^(54, 174-177, 320).

Se ha postulado que existe un aumento de la amplitud electromiográfica de los músculos elevadores de la mandíbula en reposo. Esto se debe probablemente a interacciones del complejo sensorial motor del área craneofacial, que pueden modificar la generación de potenciales de acción, y finalmente, aumentar la amplitud de la actividad mioeléctrica.

Al comparar el antes y después en cada paciente, obtenemos disminución del VAS y de los registros electromiográficos marcada en los grupos de TENS, y observamos una leve disminución, aunque menos marcada en algunos pacientes tratados con placebo. Esto significa, que existe un cierto efecto placebo, en los casos y controles en los que se les aplica placebo, y es debido al efecto de

sugestión de la técnica, y a las condiciones de cegamiento utilizadas, en las que se imitaba adecuadamente al tratamiento con TENS.

11.5. DIFERENCIAS ENTRE LOS GRUPOS

En el grupo TENS, comparando Casos vs controles, existen diferencias estadísticamente significativas para el músculo masetero derecho ($p=0,082$) y sólo en los Casos en el VAS ($p<0.001$).

En el grupo Placebo, comparando Casos VS Controles, los valores tienen una baja significación respecto al grupo TENS, siendo significativo sólo la reducción del VAS en los Casos.

En el grupo Casos, comparando TENS vs Placebo, se observan diferencias estadísticamente significativas en el VAS ($p<0,001$) y en el músculo temporal anterior izquierdo ($p<0,001$).

En el grupo de los Controles, comparando TENS vs Placebo, se observan diferencias en el músculo temporal anterior izquierdo, aunque menos significativos.

En el grupo **Casos TENS**, podemos observar que se produjo una disminución de la intensidad de dolor más marcada que la reducción de la actividad muscular. Ésta reducción fue más significativa para el **músculo masetero derecho**, seguido por el músculo temporal anterior derecho, músculo masetero izquierdo y menos significativo para el músculo temporal anterior izquierdo. Además se observa que ambos lados se igualan.

En el grupo de **Casos Placebo**, podemos observar que la disminución del VAS se redujo más de la mitad que en el grupo TENS y que la actividad muscular se reduce menos que en el grupo TENS, incluso en algunos casos aumenta, y no se equilibran.

En el grupo **Controles TENS**, podemos observar que existe reducción de la actividad muscular entre pre y post, pero en menor medida que en los Casos, siendo mayores las diferencias para el músculo temporal anterior izquierdo y para el músculo temporal anterior derecho. Además se produce un equilibrio entre ambas parejas de músculos. La reducción del dolor pre- post siempre es cero.

En el grupo **Controles Placebo**, podemos observar que la actividad muscular se reduce menos que en el grupo TENS, incluso en algunos casos aumenta y no se equilibran. Esto puede deberse a la variabilidad de los registros EMG. La reducción del dolor pre- post siempre es cero.

No hemos encontrado muchas revisiones, estudios o artículos que tengan el mismo protocolo que el nuestro. Unos miden sólo el VAS antes y después, y otros miden sólo la actividad EMG antes y después del TENS ^(27, 106, 161, 312, 314-317) . Pero ninguno mide las dos variables de forma conjunta, como en nuestro estudio.

11.6. TENS Y EFECTO PLACEBO

11.6.1. Cegamiento en los ensayos aleatorios controlados con placebo

El efecto placebo es un componente universal que se encuentran en todos los aspectos farmacológicos o no farmacológicos, siendo considerado un fenómeno real y sin duda de valor clínico. Por esta razón, es importante la evaluación de la eficacia de un tratamiento analgésico, ya que el 20-30% de la mejoría clínica obtenida, podría deberse a los efectos placebo ⁽³²¹⁾ . Se ha sugerido que los efectos de placebo tienen una base biológica, tal vez involucrando células nerviosas especializadas que respondan a la expectativa del tratamiento ⁽³²²⁾ . Sin embargo, otros autores afirman que los efectos del placebo, están mediados por la actividad de opioides endógenos, a través de los receptores μ -opioides. Y además están relacionados, con una alteración del estado físico y emocional ^(323, 324) .

La **percepción del dolor** está influenciada por factores físicos y psicológicos. Así es que para examinar la eficacia de un tratamiento para el dolor, como la terapia con TENS, debe compararse con un placebo adecuado ⁽³²⁵⁾ , que permita la evaluación de su efecto fisiológico ⁽³²⁶⁾ . De esta manera, la efectividad de la terapia con placebo, es la mejor observación de esta influencia. Por lo que no debemos despreciar el efecto placebo, derivado de la aplicación del TENS, beneficioso desde

el punto de vista psicológico y que suma a los efectos analgésicos propios de la técnica. Aunque no se debe confundir este componente propio de casi toda acción terapéutica, con la verdadera capacidad analgésica de la TENS.

La valoración del dolor de un placebo no es sorprendente, si se considera que el aspecto afectivo-emocional del dolor, se modula fácilmente por manipulaciones psicológicas ⁽³²⁷⁾ .

A medida que evolucionan los sistemas de prestación de servicios de salud, es imperativo reconocer el valor del efecto placebo, de modo que se puedan hacer previsiones para su incorporación y uso adecuado. Cualquier sistema de salud que minimice y fragmente la relación entre el médico y el paciente disminuirá el efecto de este activo ⁽³²⁸⁾ .

Para poder utilizar de forma válida un placebo en la técnica de TENS, es importante realizar un adecuado **cegamiento** de los sujetos de estudio e investigadores, imitando exactamente la técnica de estimulación, pero sin producir efectos ^(226, 329) . Es así que el placebo imita los efectos farmacológicos de los fármacos activos e implica que los efectos del placebo puedan explicar muchas de las acciones atribuidas al TENS.

En los ensayos que no son a doble ciego, se sobreestiman los efectos del tratamiento hasta en un 20 % ^(33, 154) . Y la ausencia o inadecuación en el cegamiento del investigador, puede resultar un sesgo al registrar los datos de los resultados, e influir en favor de la terapia del TENS ^(325, 327) . Para resolver este problema se requiere un investigador independiente, separando a los investigadores que asignan el tratamiento de los que evalúan los resultados.

Rakel y colaboradores, 2010, ⁽²¹⁷⁾ intentan desarrollar un nuevo placebo en el que el investigador es cegado en la recogida de datos, para su posterior análisis. Este método se trata de un nuevo placebo, que suministra corriente durante 30 segundos, seguidos de otros 15 segundos sin estimulación, con un aparato de TENS activo, que permite determinar el grado de cegamiento del sujeto e investigador y la influencia en la reducción del dolor.

Son numerosos los trabajos que han presentado la limitación de realizar un adecuado cegamiento, al intentar demostrar el verdadero efecto de la estimulación eléctrica, mediante la comparación de la intervención realizada con un grupo control frente a una técnica placebo de TENS. Estas dificultades se deben a que en la técnica de TENS, el sujeto percibe una serie de sensaciones que dificultan e impiden, la realización de un doble ciego real. Es así, que en los estudios con placebo, al utilizar un aparato de TENS sin pilas, los pacientes podían identificar las unidades de placebo, debido a la falta de estimulación de la piel ⁽³³⁰⁾.

Históricamente, los métodos de placebo han cegado a los sujetos, utilizando dispositivos que utilizaban baterías y una luz indicadora activa, pero no conducían la corriente. Este método ha sido criticado, ya que el estímulo visual del aparato de TENS produce sugestión en el sujeto, que piensa que verdaderamente se le está aplicando el TENS. ^(331, 332). Una manera de solucionar este problema, es diseñando nuestras unidades de placebo activas explicando a los sujetos que esperen notar estimulación eléctrica sobre la piel si la unidad produce ruido ^(131, 331).

Este método intentaba cegar el sujeto pero tenía la limitación de no poder cegar al investigador, el cual estaba aplicando el tratamiento ^(102, 217).

En muchos casos, la falta de cegamiento se puede deber a la utilización de intensidades demasiado bajas, con miedo a comprometer el cegamiento los respectivos grupos de tratamiento.

En nuestro estudio, el ejecutor de la prueba, imitaba perfectamente el mismo protocolo que para el TENS activo, con el Myomonitor encendido, utilizando una intensidad por debajo de la intensidad de estimulación óptima (0 a 25 mA). Los sujetos de todos los grupos fueron informados de que podían o no percibir estimulación de las unidades y que la estimulación podía estar a veces por debajo del umbral de percepción de una persona, y que esto era válido. De esta forma se evita la falta de cegamiento de los sujetos del estudio.

Otro aspecto importante, es la aleatorización en los estudios para poder valorar la eficacia del tratamiento ^(218, 333). Los ensayos aleatorios, son el valor de referencia en los ensayos clínicos de eficacia, porque sus resultados son extrapolables a la población general. La aleatorización tiene el objetivo de evitar sesgos en los

resultados del estudio, y de obtener una distribución equilibrada de las características de los pacientes entre los diferentes grupos de tratamiento ^(334, 335) . Puede realizarse mediante una tabla de números aleatorios, y para cegar al investigador se puede utilizar la técnica SNOSE (sequentially numbered, opaque sealed envelopes), método descrito por Doig y Simpson ⁽²¹⁶⁾, que consiste en sobres sellados opacos que se enumeran de forma secuencial, en los que se indica que tipo de tratamiento se va a realizar. En nuestro estudio utilizamos esta técnica, para una aleatorización y cegamiento validos.

Algunas revisiones y metaanálisis han demostrado que los resultados del TENS no son concluyentes, debido a la ausencia de ensayos controlados aleatorios (ECA), y la dificultad en la definición de parámetros ⁽³³⁶⁾ , que incluyen: frecuencias, intensidades, duraciones de impulsos y sitios de aplicación muy diversos que causan diferentes efectos fisiológicos ^(123, 329) .

Los estudios iniciales de TENS no se controlaron ni se aleatorizaron ^(72, 87, 139, 337-339). Posteriormente, para solventar los sesgos de estudios anteriores, los estudios se aleatorizaron ^(116, 125, 131, 137, 158, 217, 340, 341) .

11.6.2. Estudios a favor del placebo

La efectividad del TENS es muy controvertida y equívoca, siendo un tema a debate en la actualidad ⁽¹³⁾.

Estos hallazgos se han encontrado en los diferentes estudios que niegan la eficacia de dicha técnica ^(12, 330), ya que sostienen que los pacientes tienden a exagerar su efectividad, cuando en realidad es igual de efectiva que el placebo.

Los estudios a favor del Placebo se pueden resumir en la siguiente tabla:

ESTUDIOS A FAVOR DEL PLACEBO				
Autor	Año	Método: Cegamiento, aleatorización	Conclusiones	Aplicaciones clínicas
Thorteinsson ^(259, 342)	1978 1979	Aleatorio 2 Grupos: Placebo, TENS	No diferencias entre placebo y TENS.	Dolor de lumbalgia crónico
Taylor ⁽¹³¹⁾	1981	Aleatorio, doble ciego Placebo sin suministrar corriente asociada a señal acústica Grupos: TENS (n=30), placebo (n=22), Opioides (n=25)	No diferencias entre TENS y placebo. Sólo 2 pacientes beneficios del TENS	Osteoartritis de rodilla
Dougherty ⁽³⁴³⁾	1982	Dolor agudo n=50 Dolor crónico n=750	El TENS es beneficioso por el efecto placebo	Dolor crónico
Langley ⁽³³¹⁾	1984	Aleatorio Placebo con indicador visual de encendido 3 grupos: Alta frecuencia, baja frecuencia y Placebo	Los resultados positivos se deben a la sugestión de los estímulos visuales del placebo	Dolor crónico
Lehman ⁽¹⁵⁹⁾	1986	Placebo sin baterías 3 grupos de tratamiento: Electroacupuntura (n=17), TENS baja frecuencia (n=18), placebo (n=18)	El TENS por debajo del umbral efectivo no era más eficaz que placebo	Dolor crónico de lumbares
Harrison ⁽¹⁵⁷⁾	1986	Grupos: TENS y placebo	El TENS es un método analgésico no efectivo	Dolor postparto
Conn ⁽¹⁵⁸⁾	1986	Dispositivo placebo no activado Aleatorio Grupo con tratamiento analgésico (n=14) Control, TENS (n=15), Placebo (n=13)	Diferencias entre TENS y placebo (p<0,01)	Dolor agudo postoperatorio Postapendicectomía
Finsen ⁽³⁴⁴⁾	1988	No aleatorio Placebo y clorpromacina Placebo TENS de baja frecuencia	Resultados positivos del placebo	Dolor postoperatorio
Deyo ⁽³³⁰⁾	1990	Aleatorización por bloques Grupos: 1. TENS (n=36) 2. PLACEBO (n=36) 3. TENS+ ejercicios (n=37) 4. Placebo + ejercicios (n=36)	El TENS no es más efectivo que el placebo	Dolor de lumbalgia crónico
Gschiel ⁽³⁴⁵⁾	2009	Aleatorio, doble ciego	El TENS efectivo para reducir el dolor y medicación	Dolor de gonartrosis de rodilla

Otros estudios obtuvieron resultados similares de TENS frente a placebo:

ESTUDIOS CON RESULTADOS SIMILARES TENS FRENTE A PLACEBO				
Autor	Año	Método: Cegamiento, aleatorización	Conclusiones	Aplicaciones clínicas
Smith ⁽³⁴⁶⁾	1984	Aleatorio Grupos: TENS (n=9) y placebo (n=9)	No diferencias entre grupos	Dolor postparto
Smedley ⁽³⁴⁷⁾	1988	Aleatorio Grupos: Placebo (n=28) y TENS (n=34)	No diferencias	Hernia inguinal
Lewis ⁽³⁴⁸⁾	1994	Aleatorio. Grupos: 1. AINES + PLACEBO 2. TENS + PLACEBO 3.PLACEBO	No diferencias entre grupos	Osteoartritis
Oosterhof ⁽³⁴⁹⁾	2008	Aleatorio Grupos: TENS de alta frecuencia (n=81) y placebo (n=82)	No diferencias entre los grupos. El cambio en la percepción del dolor no se vio influenciada por el placebo	Dolor crónico

11.6.3. Estudios a favor del TENS

Los últimos ensayos clínicos aleatorizados, controlados con placebo sugieren que los beneficios del TENS se producen por una serie de mecanismos neurofisiológicos que lo sustentan, siendo eficaz para varias condiciones del dolor agudo y crónico, asociados con dolor postoperatorio ⁽¹¹³⁾. El TENS es consistentemente más eficaz que el placebo para el dolor, la ansiedad y la frecuencia cardíaca, ya que mejora la función pulmonar reduciendo el consumo de analgésicos ^(138, 350).

Los resultados de estos estudios se muestran en la siguiente tabla:

ESTUDIOS A FAVOR DEL TENS				
Autor	Año	Método: cegamiento, aleatorización	Conclusiones	Aplicaciones clínicas
VanderArk ⁽¹¹⁶⁾	1975	Aleatorio Placebo sin baterías TENS (n=61) Placebo (n=39) Placebo sin baterías	TENS es un método analgésico efectivo	Dolor postoperatorio (torácico)
Loeser ⁽³³⁷⁾	1975	No aleatorio, doble ciego Placebo con indicador luminoso	TENS es efectivo para el alivio del dolor lumbar a corto plazo	Dolor crónico y agudo
Melzack ⁽⁸⁷⁾	1975	Grupos: Control y placebo	TENS más efectivo que placebo	Puntos gatillo
Mannheimer ⁽¹³⁴⁾	1978	Grupos: TENS, placebo	Disminución del dolor Mejora la función	Artritis reumatoide
Ali ⁽³³⁸⁾	1981	No aleatorio Grupos: TENS (n=15), Control (n=15), Placebo (n=10) Placebo sin aplicar estimulación	Disminución del dolor, disminuye complicaciones narcóticos	Dolor postoperatorio
Hansson ⁽³⁵¹⁾	1983	Aleatorio No doble ciego Placebo sin baterías Grupos: Alta frecuencia (n=22), baja frecuencia (n=20) y placebo (n=20)	No diferencias entre alta y baja frecuencia TENS más efectivo que Placebo	Dolor orofacial agudo
Cushieri ⁽³⁵⁰⁾	1985	Aleatorio Baterías invertidas Grupos: ENS (n=53) y placebo (n=53)	La intensidad del dolor se redujo más en el TENS (p<0,01)	Dolor postoperatorio
Gilbert ⁽³⁴⁰⁾	1986	Dispositivo placebo apagado Aleatorio Grupos: TENS y placebo	TENS efectivo a largo plazo	Postoperatorio
Smith ⁽³⁴⁶⁾	1986	Grupos: TENS y placebo	Dolor postparto	Post parto
Marchand ⁽³⁵²⁾	1991	Grupos: TENS alta frecuencia y placebo Placebo con estímulo visual	TENS produce un cambio en la percepción del dolor	No indica dolor Se estimula nervio trigémino
Marchand ⁽³⁵³⁾	1993	Grupos: TENS, placebo y sin tratamiento	TENS efectivo a corto plazo	Dolor lumbar
Wang ⁽³⁰⁷⁾	1997	Aleatorización Grupos: control de analgesia, analgésicos + placebo, analgésicos + TENS baja frecuencia, analgésicos + TENS alta frecuencia	Alta frecuencia + analgésicos, disminuye la necesidad de tomar analgésicos	Dolor postoperatorio
Hamza ⁽²⁹³⁾	1999	Aleatorización Grupos: control (no tratamiento), baja frecuencia, alta frecuencia, frecuencia alterna	Se obtuvieron mejores resultados con la frecuencia alterna (53%)	Dolor postoperatorio
Cheing ⁽³⁵⁴⁾	1999	Grupos: TENS y placebo	TENS más efectivo	Dolor agudo y crónico
Bjoridal ⁽¹³⁶⁾	2002	Grupos: alta frecuencia y baja frecuencia	TENS de alta frecuencia disminuye un 35,5% más el dolor	Dolor postoperatorio
Topuz ⁽³⁵⁵⁾	2004	Grupos: TENS alta frecuencia, TENS baja frecuencia y placebo	Modalidades de TENS más efectivas que el placebo	Dolor lumbar crónico

Kumar ⁽¹⁴³⁾	2005	Aleatorización Placebo TENS	TENS efectivo	Neuropatía diabética
Erdogan ⁽³⁵⁶⁾	2005	Aleatorio, doble ciego Grupos: TENS (n=60), placebo (n=56)	Disminuye la ingesta de narcóticos	Dolor postoperatorio
Cheing ⁽¹⁴²⁾	2005	Placebo con máquina desconectada Aleatorización Grupos: TENS (n=10), placebo (n=9)	TENS efectivo en dolor neuropático y diabético	Dolor neuropático
Jarzem ⁽¹²²⁾	2005	Aleatorio Doble ciego Placebo con indicador de luz Grupos: TENS, Placebo	El TENS es efectivo a corto plazo	Dolor musculoesquelético
Robb ⁽¹⁴⁸⁾	2007	Aleatorización Grupos: TENS, placebo, TSE	TENS más efectivo que placebo	Dolor crónico asociado a Cáncer
DeSantana ⁽²²⁶⁾	2008	Grupos: alta frecuencia de TENS y placebo No grupo control	TENS más efectivo que el placebo	Dolor postoperatorio Herniografía
Amer Cuenca ⁽³⁰⁰⁾	2011	Aleatorización por bloques Doble ciego Grupos: grupo control (n=30), TENS (n=30), placebo (n=30)	Resultados positivos a favor del TENS	Sedación para realización de una colonoscopia
Dailey ⁽¹⁴⁵⁾	2013	Doble ciego Aleatorio Grupos: TENS, placebo, sin tratamiento	El TENS disminuye el dolor y la fatiga	Fibromialgia

Nuestro estudio es aleatorio y a doble ciego y comparamos casos y controles aplicando TENS o placebo.

Evidentemente, en todo tratamiento analgésico el efecto placebo está presente y así hemos podido comprobarlo en todos los grupos de estudio de nuestro trabajo. Pero su eficacia está muy influenciada por factores psicológicos que son propios de cada individuo y que nosotros no hemos podido tener en cuenta por la falta de tests de valoración psicológica en el eje I del protocolo RDC/TMD que hemos aplicado.

Sin embargo, nuestros resultados demuestran que el tratamiento con TENS en los pacientes con trastorno temporomandibular muscular, es más eficaz que el tratamiento con solo placebo, consiguiendo más del doble de reducción de dolor.

11.7. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Para futuros estudios, debemos tener en cuenta los aspectos psicosociales descritos en el eje II del protocolo RDC/TMD. Sin duda, pueden tener influencia determinantes en las variaciones de los resultados obtenidos en este estudio.

CONCLUSIONES

“La conclusión final es que sabemos muy poco y, sin embargo, es asombroso lo mucho que conocemos. Y me asombro todavía que un conocimiento tan pequeño nos pueda dar tanto poder”

Bertrand Russell

1. En los pacientes con Trastorno temporomandibular muscular, el TENS según la técnica de Jankelson, es eficaz para proporcionar alivio del dolor y relajación muscular.
2. El TENS produce relajación muscular, disminuyendo la actividad eléctrica de los músculos maseteros y temporales anteriores y equilibrando ambos lados.
3. El efecto antinociceptivo del TENS produce disminución de la percepción del dolor.
4. El TENS es más efectivo para la disminución del dolor, que para relajar la actividad muscular.
5. El efecto placebo se muestra también eficaz para aliviar el dolor y relajar la actividad muscular, pero en menor medida que el TENS.
6. Son necesarios más estudios contrastados con placebo que evalúen la influencia de los factores psicológicos en la eficacia del tratamiento de los Trastornos Temporomandibulares musculares con TENS.

BIBLIOGRAFIA

1. **Bakke M, Möler E.** Craniomandibular disorders and masticatory muscle function. *Scand J Dent*, 1992;100:32-8.
2. **Okeson JP.** Tratamiento de Oclusión y Afecciones Temporomandibulares. 5ª edición. Madrid: Elsevier, 2003.
3. **Okeson JP.** Dolor orofacial según Bell. Sexta edición. Barcelona: Quitensence, 2008.
4. **Castroflorio T, Icardi K, Torsello F, Deregibus A, Debenardi C, Bracco Pietro.** Reproducibility of Surface EMG in the Human Masseter and Anterior Temporalis Muscle Areas. *CRANIO*. 2005; 23 (2):130-7.
5. **Al-Saleh M, Flores-Mir C, Thie N.** Electromyography in diagnosing temporomandibular disorders. *JADA*. 2012; 143 (4): 351-62.
6. **Klasser GD, Okeson JP.** The clinical usefulness of surface electromyography in the diagnosis and treatment of temporomandibular disorders. *J Am Dent Assoc*, 2006.137(6): 763-71.
7. **Suvinen TI, Kemppainen P.** Review of clinical EMG studies related to muscle and occlusal factors in healthy and TMD subjects. *J Oral Rehabil*. 2007; 34(9): 631-44.
8. **Armijo-Olivo S, Gadotti I, Kornerup M, Lagravère MO, Flores-Mir C.** Quality of reporting masticatory muscle electromyography in 2004: a systematic review. *J Oral Rehabil*, 2007; 34 (6): 397-405.
9. **Stegeman DF, Hermens HJ.** Standards for surface electromyography: The European Project «Surface EMG for non-invasive assessment of muscles» (SE NIAM), 1996-1999.
10. **Hermens HJ, Merletti R, Freriks B.** European activities on surface electromyography. Proceedings of the first general SENIAM (Surface EMG for Non Invasive Assessment of Muscles) workshop, September; 1996.
11. **Escobar Velasco G, Rodríguez Saura C, Jimenez-Cervantes Arnao P, Liarte Pedreño A.** La Fisioterapia en el tratamiento interdisciplinar de la disfunción de la articulación temporomandibular. *Fisioterapia*. 2002; 24 (1):2-9.
12. **Sluka KA, Bjordal JM, Marchand S, Rakel BA.** What makes transcutaneous electrical nerve stimulation work? Making sense of the mixed results in clinical literature. *Physical therapy*, 2013; 93 (10): 1397.
13. **Rejano JJ, Roldán JR, Martín JM.** TENS analgésica. Controversia sobre su utilidad. *Cuest fisioter*. 2008; 37 (3):170-9.

14. **Price DD, McGrath PA, Raffi A, Buckingham B.** The validation of visual analogue scales as ratio scale measures for chronic and experimental pain. *Pain*. 1983; 17 (1): 45-56.
15. **Ardizone García I, Sánchez Sánchez T, Celemín Viñuela, A, Rivero González A.** Biofeedback electromiográfico. Un alternativa terapéutica útil para la relajación muscular en pacientes con disfunción craneomandibular. *Revista Internacional de Prótesis Estomatológica. Edición Hispanoamericana*, 2009; 11 (2): 85-8.
16. **Suvinen TI, Malmberg J, Foster C, Kemppainen P.** Postural and dynamic masseter and anterior temporalis EMG repeatability in serial assessment. *J Oral Rehabil*. 2009; 36:814-20.
17. **Frame JW, Rothwell PS, Duxbury AJ.** The standardization of electromyography of the masseter muscle in man. *Arch Oral Biol*. 1973; 18(11):1419-23.
18. **Bakke M ML, Möller E.** Occlusal control of mandibular elevator muscles. *Scand J Dent Res*. 1992; 100(5):284-91.
19. **Möller E, Sheikholeslam A, Lous I.** Response of elevator activity during mastication to treatment of functional disorders *Scand J Dent Res*. 1984; 92(1):64-83.
20. **Ahlgren J, Sonesson B, Blitz M.** An electromyographic analysis of the temporalis function of normal occlusion. *Am J Orthod*.. 1985; 87(3):230-9.
21. **Okeson JP.** Tratamiento de oclusión y afecciones. 7ª edición. Elsevier. 2013.
22. **Ommerborn MA, Kollmann C, Handschel J, Depprich RA, Lang H, Raan WHM.** A survey on German dentists regarding the management of craniomandibular disorders. *Clin Oral Investig*. 2010; 14 (2):137-144.
23. **Fajardo CG.** Dolor Odontoestomatológico. En: S.A. Elsevier, editor. Casares G. Clasificación de los desórdenes craneomandibulares 2007: 107-11.
24. **De Leeuw R, Klasser GD.** Orofacial Pain Guidelines for Assessment, Diagnosis, and Management. *American Academy of Orofacial Pain*. 5th ed. Chicago. Quintessence publishing, 2013.
25. **Westling L.** Craniomandibular disorders and general joint mobility. *Acta Odontol Scand*. 1989; 47 (5): 293-9.

26. **Lipton JA, Dionne RA.** National Institutes of Health Technology Assessment Conference S. Management of temporomandibular disorders. 1996.
27. **Ardizzone I.** Patrones electromiográficos de una población controlada con disfunción craneomandibular. Revista Internacional de Prótesis Estomatológica. 2000; 2(2):21-30.
28. **Clark GT, Tsukiyama Y, Baba K, Simmons M.** The validity and utility of disease detection methods and of occlusal therapy for temporomandibular disorders. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 1997; 83 (1): 191-106.
29. **Fricton J.** Current Evidence Providing Clarity in Managment of Temporomandibular Disorders: Summary of a Systematic Review of Randomized Clinical Trials for Intraoral Appliances and Occlusal Therapies. J Evid Base Dent Prac, 2006;6 (1):48-52.
30. **McNeill C. History and evolution of TMD concepts.** Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 1997; 83:51-60.
31. **Osterberg T Carlsson GE.** Symptoms and signs of mandibular dysfunction in 70-yearold men and women in Gothenburg, Sweden. Community Dent Oral Epidemiol. 1979; 7 (6): 315-21.
32. **Fernández-de-las-Peñas C, Galán-del-Río F, Férenandez-Carnero J, Pesquera J, Arendt-Nielsen L, Svensson P** Myofascial Temporomandibular Disorder. 2016; 12(1): 40-54.
33. **Schulz R, Moya M, Reuss, Ivanovic M, Díaz M.** Relación entre los diagnósticos del eje I (físico) y el eje II (psicosocial), según los Criterios Diagnósticos para la investigación de Trastornos Temporomandibulares (RDC/TMD), en una población chilena, 2011;102 (3):24-9.
34. **Fricton J.** Myogenous Temporomandibular Disorders: Diagnostic and Management Considerations. Dent Clin North Am, 2007; 51 (1):61-83.
35. **Dworkin SF, LeResche L.** Research Diagnostic criteria for temporomandibular disorders: review, criteria examinations and specifications, critique. J Craniomandib Disord. 1992; 6(4):301-55.
36. **Solberg W, Woo MW, Houston JB.** Prevalence of mandibular dysfunction in young adults. JADA, 1979; 98: 25-34.

37. **Manfredini D, Guarda-Nardini L, Winocur E, Piccotti F, Ahlberg J, Lobbezoo F.** Research Diagnostic criteria for temporomandibular disorders: a systematic review of axis I epidemiologic findings. *Oral Invest Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 2011; 112 (4):453-62.
38. **Shiau YY, Chang C.** An epidemiological study of temporomandibular disorders in university students of Taiwan. *Community Dent and Oral Epidemiology*, 1992; 20 (1): 43-7.
39. **Stohler C.** Phenomenology, epidemiology and natural progression of the muscular temporomandibular disorders. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1997; 83 (1):77-81.
40. **De Leeuw J, Ros WJG., Steenks MH.** Craniomandibular dysfunction: patient characteristics related to treatment outcome. *J Oral Rehabil*. 1994; 21(6):667-78.
41. **Poveda Roda R, Bagán JV, Díaz Fernández JM, Hernández Bazán S.** Revisión sobre la patología de la articulación temporomandibular. Parte I: Clasificación, epidemiología y factores de riesgo. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2007; 12:335-341.
42. **Moss RA, Garret JC.** Temporomandibular Joint dysfunction syndrome and myofascial pain dysfunction syndrome: a critical review. *J Oral Rehabil*. 1984; 11 (1) 3-28.
43. **Warren MP, Fried JL.** Temporomandibular disorders and hormones in women. *Cell Tissues Organs*. 2001; 169:187-92.
44. **Moss RA, Adams HE.** Physiological reactions to stress in subjects with and without myofascial pain dysfunction symptoms. *J Oral Rehabil*, 1984; 11(3):219-32.
45. **Feine JS, Lund JP.** An assessment of the efficacy of physical therapy and physical modalities for the control of chronic musculoskeletal pain. *Pain*, 1997; 71(1):5-23.
46. **Sansone RA, Whitecar P, Meier BP, Murry A.** The prevalence of borderline personality among primary care patients with chronic pain. *Gen Hosp Psychiatry*, 2001; 23 (4).193-7.

47. **Turk D.** Psychosocial and behavioral assessment of patients with temporomandibular disorders: Diagnostic and treatment implications. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*, 1997; 87(1): 65-71.

48. **Kydd WL.** Psychosomatic aspects of temporomandibular joint dysfunction. . J Am Dent Assoc. 1959 Jul; 59(1):31-44.
49. **Schumann NP ZU, Nebrich A.** Personality and quantified neuromuscular activity of the masticatory system in patients with temporomandibular joint dysfunction. Journal of oral rehabilitation. 1988; 15(1):35-47.
50. **Okeson J.** Current diagnostic classification schema and assessment of patients with temporomandibular disorders. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1997; 83:61-4.
51. **Schiffman E, Truelove, Oorbach R, Anderson G, John M, List T, Look J.** The Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders. I: Overview and Methodology for Assessment of Validity. J Orofac Pain. 2010; 4: 7-25.
52. **Look J, Schiffman E, Truelove E, Ahmad M.** Reliability and validity of Axis I of the Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (RDC/TMD) with proposed revisions. Journal of Oral Rehabilitation. 2010; 37 (10): 744-759.
53. **Murphy G.** Physical medicine modalities and trigger point injections in the management of temporomandibular disorders and assessing treatment outcome. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1997; 83: 118-22.
54. **Schumann NP, Zwiener U, Nebrich A.** Personality and quantified neuromuscular activity of the masticatory system in patients with temporomandibular joint dysfunction. J Oral Rehabil. 1988;15(1):35-47.
55. **Wade JB, Price DD, Hamer R.** An emotional component analysis of chronic pain. Pain. 1990; 40 (3): 303-310.
56. **Ohrbach R, Dworking SF.** The Evolution of TMD Diagnosis: Past, Present, Future. J Dent Res, 2016; 95 (10): 1093-101.
57. **Svenson P, Graven-Nielsen T.** Craniofacial muscle pain: review of mechanism and clinical manifestation. J Orofacial Pain. 2001; 15(117-145).
58. **Loeser JD, Treede RD.** The Kyoto protocol of IASP Basic Pain Terminology. Pain, 2008; 137 (3):473-477.
59. **Janal MN, Raphael KG, Nayak S, Klausner J.** Prevalence of myofascial temporomandibular disorder in US community women. Journal of Oral Rehabilitation, 2008;35 (11):801-9.

60. **de Wijer A, de Leeuw JRJ, Steenks M.** Temporomandibular and Cervical Spine Disorders. *Spine*, 1976;21 (14): 1638-1646.
61. **Stolov WC.** The concept of normal muscle tone, hypotonia and hypertonia. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 1966; 47 (3): 156.
62. **Maya Martín J, Albornoz Cabello M.** Estimulación eléctrica transcutánea y neuromuscular. Elsevier, 2010.
63. **Rodríguez Martín J.** Dosificación en electroterapia. *Fisioterapia, Electroterapia*, 2001 23: 5-15.
64. **Albornoz Cabello M, Maya Martín J, Toledo Marhuenda JC.** Electroterapia Práctica. Avances en investigación clínica. Ed. Elsevier, 2016.
65. **Kane K, Taub A.** A history of local electrical analgesia. *Pain*, 1975; 1 (2): 125-238.
66. **Gildenberg Philip L.** History of electrical neuromulation for chronic pain. *Pain Medicine*, 2006; 7 (1): 1-13.
67. **Mendell LM, Wall PD.** Presynaptic hyperpolarization: a role for the fine afferents fibers. *The journal of physiology*, 1964; 172 (2): 274.
68. **Melzack R, Wall P.** Pain mechanisms: a new Theory. *Survey of Anesthesiology*. 1967; 11 (2):8990-1965.
69. **Yap A.** An introduction to dental electronic anesthesia. *Quintessence International*, 1996; 27 (5): 325-331.
70. **Shealy CN, Mortimer JT, Reswick JB.** Electrical inhibition of pain by stimulation of the dorsal columns: preliminary clinical report. *Anesth Analg*. 1967; 46 (4): 489-91.
71. **Shealy CN, Maurer D.** Transcutaneous nerve stimulation for the control of pain. A preliminary technical note. *Surg Neurol*. 1974; 2 (1): 45.
72. **Long DM.** Electrical stimulation of the nervous system for pain control. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol Suppl*. 1978;(34):343-8.
73. **Johnson MI.** Neuroestimulación eléctrica transcutánea (TENS). En: Watson T, editor. *Electroterapia práctica basada en la evidencia*. Barcelona: Elsevier; 2009.p. 253-296.
74. **Andersson SA, Holmgren E, Roos A.** Analgesic effects of peripheral conditioning stimulation. Importance of certain stimulation parameters. *Acupuncture and Electro-Therapeutics Research*. 1977;2(3-4):237-46.

75. **Wall P, Devor M.** The effect of peripheral nerve injury on dorsal root potentials and on transmission of afferent signals into the spinal cord. *Brain Res.* 1981;209(1):95-111.

76. **Meyler W, Jongste m, Rolf C.** Clinical evaluation of pain treatment with electrostimulation: a study on TENS in patients with different syndromes. *Clin J Pain.* 1994; 10: 22-7.

77. **Jankelson B, Sparks S, Crane P.** Neural conduction of the Myo-Monitor stimulus: A quantitative analysis. *J Prosthet Dent.* 1975; 34 (3):245-253.

78. **Jankelson RR.** Neuromuscular Dental Diagnosis and Treatment. Ishiyaku Euroamerica, Inc.

79. **Eriksson MB, Sjölund BH, Nielzen S.** Long term results of peripheral conditioning stimulation as an analgesic measure in chronic pain. *Pain.* 1979; 6 (3): 335-347.

80. **Sjölund B.** Peripheral nerve stimulation suppression of C- fiber-evoked flexion reflex in rats. Part 2: Parameters of low-rate train stimulation of skin and muscle afferent nerves. *J Neurosurg.* 1988; 68:279-283.

81. **Sjölund B, Erikson M.** Electro-acupuncture and endogenous morphines. *Lancet*, 1976; 2 (27994): 1085.

82. **Lundeberg T, Kjartensson J, Samuelsson U.** Effect of electrical nerve stimulation on healing of ischaemic skin flaps. *Lancet.* 1988; 2(8613):712-4.

83. **Walsh DM, Fosster NE, Baxter GD, Allen JM.** Transcutaneous electrical nerve stimulation: Relevance of stimulation parameters to neurophysiological and hypoalgesic effects. *Am J Phys Med Rehabil.* 1995; 74 (3): 199-206.

84. **Cambier J, Masson M, Dehen H.** Manual de Neurología. 2ª Edición. Toray-Masson. 1978.

85. **Lavigne G, Woda A, Truelove E.** Mechanism associate with unusual orofacial pain. *Journal of Orofacial Pain.* 2005; 19 (1): 9-21.

86. **Price M, Hu J, Dubner R.** Peripheral suppression of first pain and central summation of second pain evoked by noxious heat pulses. *Pain*, 1977; 3 (1): 57-68.

87. **Melzack R.** Prolonged relief of pain by brief, intense transcutaneous somatic stimulation. *Pain.* 1975; 1 (4): 357-73.

88. **Sluka K, Walsh D.** Transcutaneous electrical nerve stimulation: basic science mechanisms and clinical effectiveness. *The Journal of Pain*, 2003; 4 (3): 109-121.
89. **Gt Vance C, Dailey D, Barbara R.** Using TENS for pain control: the state of the evidence. *Pain management*, 2014; 4 (3): 197-209.
90. **Burton C.** Transcutaneous electrical nerve stimulation to relieve pain. *Postgraduate Medicine*, 1978; 59 (8): 105-08.
91. **Melzack R, Wall PD.** The challenge of pain. New York: Basic Books; 1982.
92. **Sjölund BH, Eriksson MB.** The influence of naloxone on analgesia produced by peripheral conditioning stimulation. *Brain Res.* 1979 Sep 14; 173(2):295-301.
93. **Mayer DJ, Price DD, Rafii A.** Antagonism of acupuncture analgesia in man by the narcotic antagonist naloxone. *Brain Res.* 1977; 121 (2):368-72.
94. **Sjolund B, Eriksson M.** Endorphins and analgesia produced by peripheral conditioning stimulation. *Advances in pain research and therapy.* 1979; 3 (587).
95. **Salar G MS, Bosio A, Trabucchi M.** Effect of transcutaneous electrotherapy on CSF β -endorphin content in patients without pain problems. *Pain.* 1981; 10:169-72.
96. **Lampe J, Dunn B.** Symmetrical Biphasic TENS Waveform for Treatment of Back Pain. *The Clinical journal of pain.* 1987;3(3):145-51.
97. **Howson D.** Peripheral nerve excitability: Implications for transcutaneous electrical nerve stimulation. *Phys Ther.* 1978; 58 (12):1467-73.
98. **Ottonson D, Lundeberg T.** Pain treatment: a practical manual by transcutaneous electrical nerve stimulation. Berlin: Springer Science & Business Media; 1988.
99. **Nolan MF.** Conductive differences in electrodes used with transcutaneous electrical nerve stimulation devices. *Physical Therapy*, 1991; 71 (10): 746-51.
100. **Cooper C.** The role of bioelectronics instrumentation in the documentation and management of temporomandibular disorders. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology.* 1997; 83:91-100.

101. **Chesterson L, Foster N, Wright C.** Effects of TENS frequency, intensity and stimulation site parameter manipulation on pressure pain threshold in healthy human subjects. *Pain*, 2003; 106 (1): 73-80.
102. **Claydon LS, Chesterton L, Barlas P.** Effects of simultaneous dual-site TENS stimulation on experimental pain. *European Journal of Pain*, 2008; 12 (6): 696-704.
103. **McMillan AS, Jablonski N, McMillan D.** The position and branching pattern of the facial nerve and their effect on transcutaneous electrical stimulation in the orofacial region. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Patholog.*, 1987; 63 (5): 539-541.
104. **Amer-Cuenca JJ, Goicoechea C, Lisón JF.** ¿Qué respuesta desencadena la aplicación de la técnica de estimulación nerviosa eléctrica transcutánea? *Rev Soc Esp Dolor*. 2010;17(7):333-42.
105. **Carballo M, Constanzo C.** Disfunción craneomandibular: integración de la instrumentación bioeléctrica en su diagnóstico y terapéutica. *Rev. arg. anestesiología*, 2005; 63 (6): 424-433.
106. **Constanzo I, Bruzzone G.** Tratamiento interdisciplinario en un paciente con dolor orofacial crónico. Enfoque neuromuscular. *Revista de la Facultad de Odontología (UBA)*, 2007; 22 (52/53): 15-23.
107. **Grossmann E, Tambara TS, Grossman TK.** Transcutaneous electrical nerve stimulation for temporomandibular joint disorders. *Revista Dor*, 2012; 13 (3): 271-276.
108. **Schöttl E.** Fisiología y aplicación de la TENS de baja frecuencia. *Labor Dental Clínica*, 2011;2 (4): 113-122.
109. **Cramp F, McCullough G, Lowe A.** Transcutaneous electric nerve stimulation: the effect of intensity on local and distal cutaneous blood flow and skin temperature in healthy subjects. *Arch Phys Med Rehabil*, 2002; 83(1):5-9.
110. **Sandberg ML, Sanderberg M, Dahl J.** Blood Flow Changes in the Trapezius Muscle and Overlying Skin Following Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation. *Physical Therapy*, 2007; 87 (8): 1047.
111. **Chen CC, Johnson MI, McDonough S.** The effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on local and distal cutaneous blood flow following a prolonged heat stimulus in healthy subjects. *Clin Physiol Funct Imaging clinical physiology and functional imaging*. 2007;27(3):154-61.

112. **Lazarou L, Kitsios A, Lazarou I, Sikaras E, Trampas A.** Effects of intensity of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) on pressure pain threshold and blood pressure in healthy humans: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Clin J Pain.* 2009; 25(9): 773-80.
113. **Johnson MI.** Does transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) work? *Clinical effectiveness in nursing.* 1998; 2 (3): 111-20.
114. **Augustinsson LE, Bohlin P, Bundsen P, Carlsson CA, Forssman L, Sjöberg P, Tyreman N.** Pain relief during delivery by transcutaneous electrical nerve stimulation. *Pain.* 1977; 4(1): 59-65.
115. **Roseberg M M, Curtis L, Bourke D.** Transcutaneous electrical nerve stimulation for the relief of postoperative pain. *Pain.* 1978; 5: 129-133.
116. **VanderArk GD, McGrath KA.** Transcutaneous Electrical Stimulation in Treatment of Postoperative Pain. *The American Journal of surgery,* 1975; 130:338- 40.
117. **Johansson F, Almay BGL, Von K.** Predictors for outcome of treatment with high frequency transcutaneous electrical nerve stimulation in patients with chronic pain. *Pain,* 1980; 9 (1): 55-61.
118. **Johnson M.I, Ashton CH, Thompson JW.** The consistency of pulse frequencies and pulse patterns of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) used by chronic pain patients. *Pain,* 1991; 3: 231-234.
119. **Ebersold MJ, Laws ER, Stonnington HH.** Transcutaneous electrical stimulation for treatment of chronic pain: a preliminary report. *Surg Neurol.* 1975;4(1):96-9.
120. **Graffrardford S, Reeves J, Baker R.** Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on myofascial pain and trigger point sensitivity. *Pain.* 1989; 37 81): 1-5.
121. **Farina S CM, Benelle M, Tinazzi M.** A randomized controlled study on the effect of two different treatments (FREMS and TENS) in myofascial pain syndrome. *Europa Medicophysica.* 2004; 40(4):293-301.
122. **Jarzem P, Harvey E, Arcaro N.** Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for short-term treatment of low back pain. Randomized double blind crossover study of sham versus conventional TENS. *Journal of Musculoskeletal Pain.* 2005; 13(2):11-7.

123. **Johnson M, Martinson M.** Efficacy of electrical nerve stimulation for chronic musculoskeletal pain: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Pain*. 2007; 130 (1): 157-65.
124. **Milne S, Welch V, Brosseau L.** Transcutaneous electrical stimulation (TENS) for chronic Low back pain (Cochrane Library, Issue 3, 2001.
125. **Khadilkar A, Odebiyi D, Brosseau L.** Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) versus placebo for chronic low-back pain. 2008.
126. **Gadsby JG, Flowerdew MW.** Transcutaneous electrical nerve stimulation and acupuncture-like transcutaneous electrical nerve stimulation for chronic low back pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2007;18(1).
127. **Flowerdew M, Gadsby JG.** A review of the treatment of chronic low back pain with acupuncture- like transcutaneous electrical nerve stimulation. *Complementary Therapies in Medicine*.1997; 5 (4): 193-201.
128. **Lone AR, Wafari ZA.** Analgesic efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation compared with diclofenac sodium in osteoarthritis of the knee. *Physiotherapy*. 2003; 89 (8):478-85.
129. **Osiri M; Welch V, Brosseau B.** Transcutaneous electrical nerve stimulation for knee osteoarthritis. *The Cochrane Library*, 2000.
130. **Law P, Cheing G.** Optimal stimulation frequency of transcutaneous electrical nerve stimulation on people with knee osteoarthritis. *Journal of rehabilitation Medicine*, 2004;36 (5): 220-5.
131. **Taylor r P, Hallet, Flaherty L.** Treatment of osteoarthritis of the Knee with transcutaneous electrical nerve stimulation. *Pain*, 1981; 11(2): 233-40.
132. **Gschiel B, Kager H, Pipam W, Weichart K, Likar R.** Analgetische Effizienz von transkutaner elektrischer Nervenstimulation (TENS-Therapie) bei Patienten mit Gonarthrose. *Der Schmerz*. 2010;24(5):494-500.
133. **Abelson K, Langley GB, Sheppeard H, Vlieg M, Wigley RD.** Transcutaneous electrical nerve stimulation in rheumatoid arthritis. *The New Zealand Medical Journal*, 1983; 96 (727): 156-8.
134. **Mannheimer CL, Carlsson, CA.** The effect of transcutaneous electrical nerve stimulation (TNS) on joint pain in patients with rheumatoid arthritis. *Scandinavian Journal of Rheumatology*. 1978;7(1):13 - 6.

135. **Rosenberg M, Curtis L, Bourke DL.** Transcutaneous electrical nerve stimulation for the relief of postoperative pain. *Pain.* 1978; 5(2):129-33.
136. **Bjordal JM, Johnson MI.** Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) can reduce postoperative analgesic consumption by one-third. A meta-analysis with assessment of optimal treatment parameters. *Eur J Pain.* 2003; 7:181–8.
137. **Warfield CA, Stein JM, Frank HA.** The Effect of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Pain after Thoracotomy. *Ann Thorac Surg.* 1985; 39 (5):462-5.
138. **Cipriano G, Carvalho A, Carlos de C, Bernardelli G.** Short-term transcutaneous electrical nerve stimulation after cardiac surgery: effect on pain, pulmonary function and electrical muscle activity. *Interactive cardiovascular and thoracic surgery,* 2008;7(4):539-43.
139. **Solomon RA, Viernstein MC, Long DM.** Reduction of postoperative pain and narcotic use by transcutaneous electrical nerve stimulation. *Surgery,* 1980; 87 (2): 142-146.
140. **Eriksson MB, Sjölund BH.** Pain relief from peripheral conditioning stimulation in patients with chronic facial pain. *Journal of Neurosurgery,* 1984; 61(1):149-55.
141. **Johnson M, Bjordal JM.** Transcutaneous electrical nerve stimulation of the management of painful conditions: focus on neuropathic pain. *Expert Rev.* 2011; 11 (5): 735-53.
142. Cheing G, Luk MLM. Transcutaneous electrical nerve stimulation for neuropathic pain. *Journal of Hand Surgery.* 2005; 30 (1): 50-5.
143. **Kumar D, Marshall H.** Diabetic peripheral neuropathy: amelioration of pain with transcutaneous electrostimulation. *Diabetes care.* 1997; 20 (11): 1702-5.
144. **White PF, Craig W, Vakharia A.** Percutaneous Neuromodulation Therapy: Does the Location of Electrical Stimulation Effect the Acute Analgesic Response? *Anesth Analg.* 2000; 91 (4):949-954.
145. **Dailey DL, Rakel B, GT Vance, Liebano RE.** Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) reduces pain, fatigue, and hyperalgesia while restoring central inhibition in primary fibromyalgia. *Pain.* 2013. 154(11):1554-62.

146. **Warke K, Al-Smadi J, Walsh D.** Efficacy of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) for Chronic Low-back Pain in a Multiple Sclerosis Population. *Clin J Pain*, 2006; 22 (9): 812-19.

147. **Appenzeller O, Atkinson R.** Transcutaneous nerve stimulation for the treatment of migraine and other head pain. *Munch Med Wochenscher*. 1975;117(49):1953-4.

148. **Robb K P.** Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation vs. Transcutaneous Spinal Electroanalgesia for Chronic Pain Associated with Breast Cancer Treatments. *J Pain Symptom Manage*. 2007; 33 (4): 410-19.

149. **Searle R, Bennet M, Johnson MI.** Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) for Cancer Bone Pain. 2009; 37 (3): 424-28.

150. **Johnson MI, Ashton CH, Bousfield DR, Thompson JW.** Analgesic effects of different frequencies of transcutaneous electrical nerve stimulation on cold-induced pain in normal subjects. *Pain*. 1989; 39:231-6.

151. **Johnson MI, Tabasam G.** A single-blind placebo controlled investigation into the analgesic effects of interferential currents (IFC) and transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on ischaemic pain in healthy subjects. *Phys Ther* 2002; 22 (3): 187-196.

152. **Alves-Guerreiro J, Noble JG, Lowe AS.** The effect of three electrotherapeutic modalities upon peripheral nerve conduction and mechanical pain threshold. *Clin Physiol*. 2001; 21 (6): 704-11.

153. **Carroll D, Tramer M, McQuay H.** Randomization is important in studies with pain outcomes: systematic review of percutaneous electrical nerve stimulation in acute pain postoperative pain. *British Journal of Anaesthesia*, 1996; 77 (6): 798-803.

154. **Carroll D, Moore RA, Tramer M, McQuay HJ.** Transcutaneous electrical nerve stimulation does not relieve labor pain. *Transcutaneous electrical nerve stimulation does nor relieve labor pain*. 1997; 9:195-206.

155. **Bjordal JM, Johnson MI, Ljunggren AE.** Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) can reduce postoperative analgesic consumption. A meta-analysis with assessment of optimal treatment parameters for postoperative pain. *Eur J Painl*. 2003;7 (2):181-8.

156. **Reeve J, Menon D, Corabian P.** Transcutaneous electrical nerve stimulation (tens): a technology assessment. *International journal of technology assessment in health care.* 1996; 12 (2): 299-324.
157. **Harrison RF, Woods T, Shore M, Mathews G, Unwin A.** Pain relief in labour using transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). A TENS/TENS placebo controlled study in two parity groups. *Br J Obstet Gynaecol.* 1986; 93 (7): 739-46.
158. **Conn G, Marshall AH, Yadav S.** Transcutaneous electrical nerve stimulation following appendicectomy: the placebo effect. *Annals of the Royal College of surgeons of England* ,1986; 68 (4).1911.
159. **Lehmann TR, Russell DW, Spratt KF, Colby H, Liu YK, Fairchild ML, Cristensen S.** Efficacy of electroacupuncture and TENS in the rehabilitation of chronic low back pain patients. *Pain.* 1986; 26 (3): 277-90.
160. **Luft AR, Manto MU, Ben Taib NO.** Modulation of motor excitability by sustained peripheral stimulation: in the interaction between the motor cortex and the cerebellum. *Cerebellum*, 2005; 4 (2): 90-6.
161. **Eble O, Jonas I, Kappert H.** Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS): Its Short- Term and Long Term Effects on the masticatory muscles. *J Orofac Orthop.* 2000; 61: 100-11.
162. **Wu CW, Seo HJ, Cohen LG.** Influence of Electric Somatosensory Stimulation on Paretic-Hand Function in Chronic Stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006; 87(3):351-7.
163. **Koesler IB, Dafotakis M, Ameli M, Fink GR, Nowak DA.** Electrical somatosensory stimulation improves movement kinematics of the affected hand following stroke. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2009 Jun; 80(6):614-9.
164. **Yan T, Hui-Chan C.** Transcutaneous electrical stimulation on acupuncture points improves muscle function in subjects after acute stroke: a randomized controlled trial. *J Oral Rehabil*, 2009; 41(5): 312-316.
165. **Tinazzi M1, Zarattini S, Valeriani M, Romito S, Farina S, Moretto G, et al.** Long-lasting modulation of human motor cortex following prolonged transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) of forearm muscles: evidence of reciprocal inhibition and facilitation. *Brain Res.* 2005; 161(4):457-64.

166. **Dickstein R KM.** Effects of antecedent TENS on EMG activity of the finger flexor muscles and on grip force. *Somatosens Mot Res.*, 2008; 25(2): 139-46.
167. **Kasat V, Ladda R, Kathariya M, Saluja H, Farooqui AA.** Transcutaneous electric nerve stimulation (TENS) in dentistry- A review. *J Vlin Exp Dent*, 2014; 6 (5):562-8.
168. **Hermens HJ MR, Freriks B.** European activities on surface electromyography. Proceedings of the first general SENIAM (Surface EMG for Non Invasive Assessment of Muscles) workshop, September; 1996.
169. **Miller A, Vangervik K, Phillips D.** Neuromuscular adaptation of craniofacial muscles to altered oral sensation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 1984; 87: 303.
170. **Moyers RE.** An electromyography analysis certain muscles involved in temporomandibular movement. *Am J Orthod.* 1950;36(7):481-515.
171. **Bigland- Richie B, ohansson R, Lippold S, Woods J.** Changes in motoneurone firing rates during sustained maximal voluntary contractions. *J. Physiol.*, 1983, 340: 335-346.
172. **Buchthal.** An Introduction to Electromyography. Copenhagen, Gyldendalske Boghandel, Nordisk Forlag. 1957.
173. **Jarabak JR.** An electromyography analysis of muscular and temporomandibular joint disturbances due to imbalances in occlusion. *Angle Orthodont*, 1956: 26: 170-190.
174. **Lous I, Shaik-Ol-Eslam A, Moller E.** Postural activity in subjects with functional disorders of the chewing apparatus. *Scand J Dent Res.* 1970; 78(5):404-10.
175. **Möller E.** The chewing apparatus: An electromyographic study of the action of the muscles of mastication and its correlation to facial morphology. *Acta Physiol Scand Suppl.* 1966;280:1-229.,1966; 280: 1-229
176. **Rilo B, Santana U, Mora MJ, Cadarso CM.** Myoelectrical activity of clinical rest position and jaw muscle activity in Young adults. *Journal of oral Rehabilitation*, 1997; 24: 735-740.
177. **Burdette B, Gale EN.** The effects of treatment on masticatory muscle activity of the masticatory muscle activity and mandibular posture in myofascial pain-dysfunction patients. *J Dent Res*, 1988; 67 (8): 1126-30.

178. **Ralston HJ**. The question of tonus in skeletal muscle. *Am J Phys Med*. 1953; 32 (2): 85-92.
179. **Campillo González B, Martín Álvaro C, Alarcón Pérez JA**. Características electromiográficas de una población española con oclusión ideal. *Ortod Esp*. 2009;49(4):256-67.
180. **Pinho JC**. Electromyographic activity in patients with temporomandibular disorders. *J Oral Rehabil*. 2000; 27; 985–90
181. **Ferrario VF SC, Miani A J, D'Addona A, Barbini E**. Electromyographic activity of human masticatory muscles in normal young people. Statistical evaluation of reference values for clinical applications. *J Oral Rehabil*. 1993; 20(3):271-80.
182. Grossman WJ, Greenfield BE, Timms DJ. Electromyography as an aid in diagnosis and treatment analysis. *American Journal of Orthodontics*, 1961;47 (7): 481-97.
183. **Widmalm SE, Lee YS, McKay DC**. Clinical use of qualitative electromyography in the evaluation of jaw muscle function: a practitioner's guide. McKay DC. Clinical use of qualitative electromyography. *Cranio*. 2007; 25(1):63-73.
184. **Rau G, Schulte E, Disselhorst-Klug C**. From cell to movement: to what answers does EMG really contribute?. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2004; 14 (5): 611.17.
185. **Visser SL, de Rijske W**. Influence of sex and age on EMG contraction pattern. *Eur Neurol*, 1974, 12: 229-35.
186. **Wieselmann-Penkner K JM, Lorenzoni M, Polansky R**. A comparison of the muscular relaxation effect of TENS and EMG-biofeedback in patients with bruxism. *Journal of oral rehabilitation*. 2001;28(9):849-53.
187. **Macaluso GM, De Laat A**. The influence of the position of Surface recording electrodes on the relative uptake of the masseteric and temporal M-responses in man. *Eur J Oral Sci*, 1995; 103 (6): 345-50.
188. **Clancy E.A, Morin E.L. Merletti R**. Sampling, noise-reduction and amplitude. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 12 (2002) 1–16
190. **Hermens H, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G**. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol*. 2000;10(5):361-74

191. **Klasser GD, Okeson JP.** The clinical usefulness of surface electromyography in the diagnosis and treatment of temporomandibular disorders. *J Am Dent Assoc.* 2006; 137:736-70.
192. **Drost G, Van Engelen BGM, Zwarts MJ.** Clinical applications of high-density surface EMG: a systematic review. *Journal of Electromyography and Kinesiology.* 2006;16(6):586-602.
193. **Cha Bk, Kim CH, Baek SH.** Skeletal Sagittal and Vertical Facial Types and Electromyographic Activity of the Masticatory Muscle. *The Angle Orthodontist,* 2007; 77 (3): 463-470.
194. **Castroflorio T IK, Torsello F, Deregibus A, Debernardi C, Bracco P.** Reproducibility of surface EMG in the human masseter and anterior temporalis muscle areas. *CRANIO,* 2005;23(2):130-7.
195. **Botelho A, Umeda Gentil FE, Sforza C, Moreira Rodriguez da Silva AM.** Standardization of the Electromyographic Signal through the Maximum Isometric Voluntary Contraction. *Cranio.* 2011; 29 (1): 23-31.
196. **Manfredini D, Castroflorio T, Perinetti G, Guarda-Nardini L.** Dental occlusion, body posture and temporomandibular disorders: where we are now and where we are heading for. *J Oral Rehabil.* 2012; 39(6): 463-71.
197. **Hogrel JY.** Clinical applications of surface electromyography in neuromuscular disorders. *Neurophysiologie Clinique.* 2005; 35: 59–71.
198. **Learreta JA, Arellano JC, Yavich LG, La Valle MG.** Compendio sobre Diagnóstico de las patologías de la ATM.
199. **Klan J.** Principios y práctica de electroterapia. 1991.
200. **Johnson MI.** Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) in the management of labour pain: the experience of over ten thousand women. *Br J Midwifery.* 1997; 5:400-5.
201. **Zwarts MJ, Stegeman DF** Multichannel surface emg: basic aspects and clinical utility. *Muscle Nerve.* 2003;28(1):1-17.
202. **Stegeman DF, Blok JH, Hermens HJ.** Surface EMG models: properties and applications. *Journal of Electromyography and Kinesiology.* 2000;10 (5):313-326.
203. **Stegeman DF, Hermens H.** Criterios para la electromiografía de superficie: Proyecto europeo” EMG de superficie para la evaluación no invasiva de los músculos(SENIAM)”.

204. **DeLoach L, Higgins M, Caplan A, Stiff J.** The Visual Analog Scale in the Immediate Postoperative Period: Intrasubject Variability and Correlation with a Numeric Scale. *Anesth Analg.* 1998;86:102.
205. **Marsh-Richard DM, Hatzis ES, Mathias CW.** Visual Analog Scales (AVAS): A modifiable software program for the creation, administration, and scoring of visual analog scales. *Behav res methods*, 2008; 41 (1):99-106.
206. **Scott J, Huskinsson EC.** Vertical or horizontal visual analogue scales. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 1979; 38:560.
207. **Mattacola C, Perrin D; Gansneder B.** Comparison of visual analog and graphic rating scales for assessing pain following delayed onset muscles scoreness. *Journal of Sport Rehabilitation*, 1997; 6 (1): 38-46.
208. **Myles PS.** The Pain Visual Analog Scale: Is It Linear or Nonlinear? *Anesthesiology*, 2004; 100 (3):744.
209. **Myles P, Troedel S., Boquest M, Reeves M.** The Pain Visual Analog Scale: Is It Linear or Nonlinear? *Anesth Analg* 1999; 89:1517–20.
210. **Gould D.** Information point: Visual Analogue Scale (VAS). *Journal of Clinical Nursing*. 2001;10:697-706.
211. **Kersten P.** The use of the Visual Analogue Scale (VAS) in Rehabilitation Outcomes. *J Rehabil Med.* 2012;44:609-10.
212. **Mc Dougall .**The attachments of the masseter muscle. *Journal of Anatomy*, 1955; 87.
213. **McNeil C.** History and evolution of TMD concepts. *Oral Sorg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1997; 83: 51-60.
214. **Möller E SA, Louis I.** Response of elevator activity during mastication to treatment of functional disorders. *European Journal of Oral Sciences*, 1984; 92 (1): 64-83.
215. **Gibbs CH, Anusavice KJ, Young HM, Jones JS, Esquivel-Upshaw JF.** Maximum clenching force of patients with moderate loss of posterior tooth support: a pilot study. *J Prosthet Dent.* 2002 Nov;88(5):498-502.
216. **Doig GS SF.** Randomization and allocation concealment: a practical guide for researchers. *Journal of critical care.* 2005;20(2):187-91.

217. **Rakel B, Cooper N, Adams H.** A new transient sham TENS device allows for investigator blinding while delivering a true placebo treatment. *The journal of pain*, 2010; 11 (3): 230-238.

218. **Moher D, Schulz K, Altman D.** The CONSORT statement: revised recommendations for improving the quality of reports of parallel group randomized trials. *BMC Medical Research Methodology*, 2005; 1 (1): 2.

219. **Williamson EH, Marshall D.** Myomonitor rest position in the presence and absence of stress. *Facial Orthop Temporomandibular Arthrol.* 1986;3(2):14-7.

220. **Chesterton L, Foster N, Wright C.** Effects of TENS frequency, intensity and stimulation site parameter manipulation on pressure pain thresholds in healthy human subjects. *Pain*, 2003;106 1):73-80.

221. **Thorsteinsson G, Stonnington H, Stillwell G, Elveback L.** Transcutaneous electrical stimulation: a double-blind trial of its efficacy for pain. *Pain.* 1979;6(1):114-5.

222. **Gillette GR, Kramis R, Roberts WR.** Spinal projections of cat primary afferent fibers innervating lumbar facet joints and multifidus muscle. *Neuroscience letters*, 1993;157(1):67-71.

223. **Somers D.** Transcutaneous electrical nerve stimulation for the management of neuropathic pain: the effects of frequency and electrode position on prevention of allodynia in a rat model of complex regional pain syndrome type II. *Physical therapy*, 2006; 86 (5): 698.

224. **Bessette R.** Electromyographic evaluation of the Myo-monitor. *J Prosthe Dent.* 1973:19-24s.

225. **Chandran P, Sluka KA.** Development of opioid tolerance with repeated transcutaneous electrical nerve stimulation administration. *Pain*, 2003; 102: 195-201.

226. **DeSantana JM, Santana-Filho VJ, Sluka KA.** Modulation Between High- and Low-Frequency Transcutaneous Electric Nerve Stimulation Delays the Development of Analgesic Tolerance in Arthritic Rats. *Arch Phys Med Rehabil*, 2008; 89: 754-754-760.

227. **Desantana JM, Sluka KA.** Cholecystokinin receptors mediate tolerance to the analgesic effect of TENS in arthritic rats. *Pain.* 2010;148(1):84-93.

228. **Johnson M.** Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and TENS-like devices: do they provide pain relief? *Pain Reviews*. 2001; 8: 121-158.

229. **Pantaleao M.** Adjusting pulse amplitude during transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). Application produces greater hypoalgesia. *The Journal of Pain*, 2011; 5: 581-590.

230. **Bakke M, Michler L,** Han K, Moller E. Clinical significance of isometric bite force versus electrical activity in temporal and masseter muscles. Department of Oral Function and Physiology, Royal Dental College, 20' Norre Alle, DK-2200 Copenhagen N, Denmark, 1989.

231. **Stegeman DF HH.** Standards for surface electromyography: The European project Surface EMG for non-invasive assessment of muscles (SENIAM). Línea) Disponible en: <http://www.med.uni-jena.de/motorik/pdf/stegeman.pdf> [Consultado en agosto de 2008]. 2007.

232. **Ahlgren J.** A comparison of electromyography recorded parallel and transverse to the fibres of the anterior and posterior temporalis muscle man. *Archs oral Biol*. 1987;32 (10): 685-7.

233. **Castroflorio T, Farina D , Bottin A.** Surface EMG of jaw elevator muscles: effect of electrode location and inter-electrode distance. *J Oral Rehabil*. 2005;32:411-7.

234. **Rugh J, Drago CJ.** Vertical dimension: A study of clinical rest position and jaw muscle activity. *J Prosthet Dent*. 1981 Jun;45(6):670-5.

235. **Fridlund AJ.** Guidelines for human electromyographic research. *Psychophysiol*. 1986;23:567-89.

236. **Sgobbi de Faria CR, Bérzin F.** Electromyographic study of the temporal, masseter and suprahyoid muscles in the mandibular rest position. *J Oral Rehabil*. 1998; 25(10):776-80.

237. **List , Dworking S.** Comparing TMD diagnoses and clinical findings at Swedish and US TMD centers using research diagnostic criteria temporomandibular disorders. *J Orofac Pain*. 1996;10 (3):240-53.

238. **Johnson MI, Ashton CH, Thompson JW.** An in depth study of long term users of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS): implications for clinical use of TENS. *Pain* 44: 231-234, 1991.

239. **Brown L, Tabasam G, Bjordal J, Johnson M.** An Investigation into the effect of Electrode Placement of Transcutaneous Electrical Nerve

Stimulation (TENS) on Experimentally Induced Ischemic Pain in Healthy Human Participants. Clin J Pain, 2007; 23 (9): 735-743.

240. **Quiton R, Greenspan JD.** Sex differences in endogenous pain modulation by distracting and painful conditioning stimulation. Pain 132 (2007) 134–149.

241. **Lund I, Lundeberg T, Sandberg L, Budh CN, Kowalski J, Svenson E.** Lack of interchangeability between visual analogue and verbal rating pain scales: a cross sectional description pain etiology groups. BMC Med Res Methodol., 2005;5:31.

242. **Manfredini D C, Favero L.** Surface EMG of jaw elevator muscles and kinesiographic recordings: diagnostic accuracy for myofascial pain. J Oral Rehabil, 2011;38:791-9.

243. **De Luca C.** The use of surface electromyography in biomechanics. J Appl biomech. 1997;13:135.63.

244. **Okeson JP.** The clinical usefulness of surface electromyography in the diagnosis and treatment of temporomandibular disorders. J Am Dent Assoc, 2006; 137: 763-771.

245. **Ferrario VF, Sforza C, D'Abbona A.** Reproducibility of electromyography measures: a statistical analysis. J Oral Rehabil. 1991;18:513-21.

246. **Ferrario VF, Tartaglia G, Luraghu FE.** The use of surface electromyography as a tool in differentiating temporomandibular disorders from neck disorders. Man Ther. 2007;12:372-9.

247. **Widlman SE, Lee Y, McKay DC.** Clinical use of quantitative electromyography in the evaluation of jaw muscle function: a practitioner's guide. Cranio. 2007;25:63-73.

248. **Dahlström L.** Electromyographic studies of craniomandibular disorders: a review of the literature. J Oral Rehabil. 1989;16:1-20.

249. **Donalson S DM, Snelling L.** SEMG Evaluations: An Overview. App Psychophysiol Biofeed. 2003;28:121-7.

250. **Cram J.** The history of surface electromyography. Appl Psychophysiol Biofeedback. 2003;28:81-91.

251. **Cecere F RS, Pancherz H.** Is quantitative electromyography reliable? J Orofac Pain. 1996;10:38-47.

252. **Yemm R, Nordstrom SH.** Forces developed by tissue elasticity as a determinant of mandibular resting posture in the rat. Archives of Oral Biology, 1974; 19 (5):347-351.
253. **Yemm R.** The representation of motor-unit action-potentials on skin-surface electromyograms of the masseter and temporal muscles in man. Archives of Oral Biology, 1977, 22 (3): 201-205.
254. **Lowe A TK.** Associations between anterior temporal, masseter, and orbicularis oris muscle activity and craniofacial morphology in children. Am J Orthod.86(sss4):319-30.
255. **Ferreira-Valente M, Jensen M.** Validity of four pain intensity rating scales. Pain. 2011;152:2399-404.
256. **Collins SL MR, McQuay HJ.** The visual analogue pain intensity scale: what is moderate pain in millimetres? Pain. 1997;72:95-7.
257. **Moore SR, Shuman J.** Combined Neuromuscular electrical stimulation and transcutaneous electrical nerve stimulation for treatment of chronic back pain: A double-Blind, Repeated measures comparison. Archives of physical medicine and rehabilitation, 1997; 78 (1): 55-60.
258. **Grimmer K.** A controlled double blind study comparing the effects of strong Burst Mode TENS and High Rate TENS on painful osteoarthritic knees. Australian Physiotherapy, 1999, 38; (1): 49-55.
259. **Thorsteinsson G, Stonnington HH, Stillwell GK, Elveback LR.** The placebo effect of transcutaneous electrical stimulation. Pain. 1978;5(1):31-41.
260. **Petrofsky J, Schwab E, Cuneo M, George J, Kim J, Almalty A, et al.** Current distribution under electrodes in relation to stimulation current and skin blood flow: are modern electrodes really providing the current distribution during stimulation we believe they are? J Med Eng Technol. 2006;30(6):368-81.
261. **Desantana JM, Walsh D, Vance C.** Effectiveness of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation for Treatment of Hyperalgesia and Pain. Curr Rheumatol Rep. 2008;10(6)::492-9.
262. **Sabino GS, Santos C, Francischi J.** Release of Endogenous Opioids Following Transcutaneous Electric Nerve Stimulation in an Experimental Model of Acute Inflammatory Pain. The Journal of Pain, 2008; 9 (2): 157-163.

263. **King EW, Sluka KA.** The effect of varying frequency and intensity of transcutaneous electrical nerve stimulation on secondary mechanical hyperalgesia in an animal model of inflammation. *The Journal of pain*, 200; 2 (2); 128-133.

264. **Chen CC, Johnson I.** An investigation into the effects of frequency-modulated transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on experimentally-induced pressure pain healthy human participants. *The Journal of Pain*, 2009; 10 (10): 1029-1037

265. **Bolfe VJ, Guirro R.** Electrical resistance of gels and liquids used in electrotherapy for electrode-skin coupling. *Rev Bras Fisioter*, 2009; 13 (6): 499-505.

266. **Wolf S, Gersh M, Rao V.** Examination of electrode placements and stimulating parameters in treating chronic pain with conventional transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). *Pain*. 1981;11:37-47.

267. **Sluka KA WD.** Transcutaneous electrical nerve stimulation: basic science mechanisms and clinical effectiveness. *The Journal of Pain*. 2003;4(3):109-21.

268. **Barlas P, Ting S, Chesterton L, Jones P, Sim J.** Effects of intensity of electroacupuncture upon experimental pain in healthy human volunteers: A randomized, double-blind, placebo- controlled study. *Pain*, 2006; 122: 81-89.

269. **Amer-Cuenca JJ.** Programación y aplicación de la estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS): guía de práctica clínica basada en la evidencia. *Fisioterapia*. 2010;32(6):271-8.

270. **Barlas P, Ting S, Chesterton L, Jones P, Sim J.** Effects of intensity of electroacupuncture upon experimental pain in healthy human volunteers: A randomized, double-blind, placebo- controlled study. *Pain*, 2006; 122: 81-89.

271. **Somers DL, Clemente FR.** The Relationship Between Dorsal Horn Neurotransmitter Content and Allodynia in Neuropathic Rats Treated With High-Frequency Transcutaneous Electric Nerve Stimulation. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003;84(11):1575-83.

272. **Johnson M.** Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) and TENS-like devices: do they provide pain relief? *Pain Reviews*. 2001;8(3):121.

273. **Chao AS, Chao A, Wang TH, Chang YC,** Peng HH, Chang SD, et al. Pain relief by applying transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on

acupuncture points during the first stage of labor: A randomized double-blind placebo-controlled trial. *Pain*. 2007; 127: 214–20

274. **Nayak S1, Wenstone R, Jones A, Nolan J, Strong A, Carson J.** Surface electrostimulation of acupuncture points for sedation of critically ill patients in the intensive care unit – a pilot study. *Acupunct Med.*, 2008;26(1):1-7.

275. **Lee NM, Leybin L, Chang JK, Loh HH.** Opiate and peptide interaction: Effect of enkephalins on morphine analgesia. , 1980; 68(2):181-5.

276. **Ainsworth L, Budelier K, Clinesmith M, Fiedler A, Landstrom R, Leeper BJ, et al.** Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) reduces chronic hyperalgesia induced by muscle inflammation. *Pain*, 2006; 120 (1-2): 182-187.

277. **Carabelli RA, Kellerman WC** Phantom limb pain: relief by application of TENS to contralateral extremity. *Arch Phys Med Rehabil*. 1985I; 66 (7):466-7.

278. **Garrison.** Decreased activity of spontaneous and noxiously evoked dorsal horn cells during transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). *PAIN*, 1994; 58 (3): 309-15.

279. **Robinson D1, Calejesan AA, Zhuo M.** Long-Lasting Changes in Rostral Ventral Medulla Neuronal Activity After Inflammation. *J Pain*. 2002;3(4):292-300.

280. **Furukawa M WN, Mikihiro T, Hirofumi M.** Spinal projections of cat primary afferent fibers innervating caudal facet joints. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2001;62(9):1005-7.

281. **Aarskog R, Johnson MI, Demmink JH, Lofthus A, Iversen V, Lopes-Martins R, et al.** Is mechanical pain threshold after transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) increased locally and unilaterally? A randomized placebo-controlled trial in healthy subjects. *Physiotherapy Research International*. 2007;12(4):251-63.

282. **Buonocore M, Camuzzini N.** Incresase of the heat pain threshold during and after high-frequency transcutaneous peripheral nerve stimulation in a group of normal subjects. *Europa Medicophysica*, 2007; 43 (2): 155-160.

283. **Köke AJ, Schouten JS, Lamerichs-Geelen MJ, Lipsch JS, Waltje EM, van Kleef M, et al.** Pain reducing effect of three types of transcutaneous

electrical nerve stimulation in patients with chronic pain: a randomized crossover trial. *Pain*. 2004;108(1-2):36-42.

284. **Radhakrishnan R, Sluka K.** Deep tissue afferents, but not cutaneous afferents, mediate transcutaneous electrical nerve stimulation-Induced Anthyperalgesia. *J Pain*. 2005;6(10):673-80.

285. **Radhakrishnan R, Sluka K.** Deep tissue afferents, but not cutaneous afferents, mediate transcutaneous electrical nerve stimulation-Induced Anthyperalgesia. *J Pain*. 2005;6(10):673-80.

286. **Hingne PM, Sluka KA.** Blokade of NMDA receptors prevents analgesic tolerance to repeated transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) in rats. *J Pain*, 2008; 9 (3): 217-225.

287. **Bowman BR, Baker LL.** Effects of waveform parameters on comfort during transcutaneous neuromuscular electrical stimulation. *Annals of Biomedical Engineering*, 1985; 13: 59-74.

288. **Hingne PM, Sluka KA.** Differences in waveform characteristics have no effect on the anti-hyperalgesia produced by transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) in rats with joint inflammation. *The journal of pain*. 2007;8(3):251-5.

289. **Sluka KA, Lidsi TL, Westlund KN.** Increased Release of Serotonin in the Spinal Cord During Low, But Not High, Frequency Transcutaneous Electric Nerve Stimulation in Rats With Joint Inflammation. 2006; 87 (8): 1137-1140.

290. **Liebano RE, Rakel B, Vance CG, Walsh DM, Sluka KA.** An investigation of the development of analgesic tolerance to TENS in humans. *Pain*. 2011; 152(2):335-42

291. **Tong KC, Sing Kai, Cheing GL.** Alternating frequencies of transcutaneous electrical nerve stimulation: does it produce greater analgesic effects on mechanical and thermal pain thresholds? *Arch Phys Med Rehabil*, 2007; 88: 1344-9.

292. **Han JS, Xie GX, Ding XZ.** High and low frequency electroacupuncture analgesia are mediated by different opioid peptides. *Pain*, 1984; 18: S369.

293. **Hamza M, White PF Ahmed HE.** Effect of the Frequency of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on the Postoperative Opioid Analgesic Requirement

and Recovery Profile. The Journal of the American Society of Anesthesiologists. 1999; 92 (5): 1232-1232.

294. **Leem J, Park E.** Electrophysiological evidence for the antinociceptive effect of transcutaneous electrical stimulation on mechanically evoked responsiveness of dorsal horn neurons in neuropathic rats. Neuroscience Letters, 1995; 192: 197-200.

295. **Woolf C, Wall P.** Chronic peripheral nerve section diminishes the primary afferent A-fibre mediated inhibition of rat dorsal horn neurones. Brain research. 1982; 242(1):77-85.

296. **Wynn P.** Pain in avulsion lesions of the brachial plexus. Pain. 1980;9(1):41-53.

297. **Defrin R, Ariel E, Peret C.** Segmental noxious versus innocuous electrical stimulation for chronic pain relief and the effect of fading sensation during treatment. Pain. 2005; 115(1):152-60.

298. **Hansson P, Ekblom H.** Afferent Stimulation Induced Pain Relief in Acute Oro-Facial Pain and its Failure to Induce Sufficient Pain Reduction in Dental and Oral Surgery. Pain, 1984; 20 (3): 273-78.

299. **Resende MA, Silva LF, Sato K, Arendt- Nielsen L, Sluka KA.** Blockade of opioid receptors in the medullary reticularis nucleus dorsalis, but not the rostral ventromedial medulla, prevents analgesia produced diffuse noxious inhibitory control in rats with muscle inflammation. The journal of pain, 2011; 12 (6): 687- 697.

300. **Amer-Cuenca JJ, Goicoechea C, Girona- López A.** Pain relief by applying transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) during unsedated colonoscopy: A randomized double-blind placebo-controlled trial. European Journal of Pain, 2011; 15 (1):29-35.

301. **Sluka KA, Bailey K, Bogush J.** Treatment with either high or low frequency tens reduces the secondary hyperalgesia observed after injection of kaolin and carrageenan into the knee joint. Pain, 1998; 77 (1): 97-112.

302. **Ruiz Mirete P.** Un método clínico para el estudio de la musculatura como base diagnóstica y terapéutica en ortodoncia. 1992.

303. **Gopalkrishnan P, Sluka K.** Effect of varying frequency, intensity, and pulse duration of transcutaneous electrical nerve stimulation on primary

hyperalgesia in inflamed rats. Archives of physical medicine and rehabilitation, 2000; 82(7): 984-990.

304. **Chen CC, Tabasam G, Johnson MI.** Does the pulse frequency of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) influence hypoalgesia? A systematic review of studies using experimental pain and healthy human participants. Physiotherapy, 2008; 94 (1): 11-20.

305. **Mannheimer C, Lund C.** The effect of transcutaneous electrical nerve stimulation (TNS) on joint pain in patients with rheumatoid arthritis. Scandinavian Journal of Rheumatology, 1978; 7 (1): 13-16.

306. **Poitras S, Brosseau L.** Evidence-informed management of chronic low back pain with transcutaneous electrical nerve stimulation, interferential current, electrical muscle stimulation, ultrasound, and thermotherapy. The Spine Journal, 2008; 8: 226-233.

307. **Wang B, Tang J, White P.** Effect of the intensity of transcutaneous acupoint electrical stimulation on the postoperative analgesic requirement. Anesthesia & Analgesia, 1997; 85 (2): 406-413.

308. **Kalra A, Urban MO, Sluka A.** Blockade of Opioid Receptors in Rostral Ventral Medulla Prevents Antihyperalgesia Produced by Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS). The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics, 2001; 298 (1): 257-263.

309. Tinazzi M1, Zarattini S, Valeriani M, Romito S, Farina S, Moretto G, Smania N, Fiaschi A, Abbruzzese G. Long-lasting modulation of human motor cortex following prolonged transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) of forearm muscles: evidence of reciprocal inhibition and facilitation. Brain Res., 2005;161(4):457-64.

310. **Sluka KA, Vance CG, Lisi TL.** High-frequency, but not low-frequency, transcutaneous electrical nerve stimulation reduces aspartate and glutamate release in the spinal cord dorsal horn. J Neurochem. 2005;95(6):1794-801.

311. **Hansson P, Ekblom A.** Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) as compared to placebo TENS for the relief of acute orofacial pain. Pain, 1983; 15 (2): 157-65.

312. **Bazzotti L.** Electromyography tension and frequency spectrum analysis at rest of some masticatory muscles, before and after TENS. Electromyography and clinical neurophysiology, 1997;37(6):365-78.

313. **Pierloni F, Gizdilich A, Paoletti F.** The influence of ULF-TENS on electroencephalographic Tracings. *Craniofacial Pain.* 2011;29:38-42.
314. **Murphy GJ.** Management of craniofacial pain with transcutaneous electrical nerve stimulation: a clinical protocol. *J Pain Symptom Manage.* 1989;4(1):41-3.
315. **Murphy GJ.** Utilization of transcutaneous electrical nerve stimulation in managing craniofacial pain. *Clin J Pain.* 1990;6(1):64-9.
316. **Holt CR, Finney JW, Wall CL.** The use of TENS in the treatment of facial pain. *Med Singapore.* 1955;24:18-32.
317. **Silmi.** Estudio experimental sobre el efecto del TENS en la muscularura masticatoria de pacientes con SSD y sanos. 1996.
318. **Ferrario VF, Tartaglia TG, Galleta A.** The influence of occlusion on jaw and neck muscle activity: a surface EMG study in health young adults. *J Oral Rehabil.* 2006;33:341-8.
319. **Dinham GA.** Myocentric a clinical appraisal. A clinical assessment of neuromuscular occlusal positioning with the Myo-monitor in 63 orthodontic patients. *Angle Orthod,* 1984; 54 (3): 211-7.
320. **Manns A, Miralles R, Cumsille F.** Influence of vertical dimension on masseter muscle electromyographic activity in patients with mandibular dysfunction. *J Prosthet Dent,* 1985; 53 (2): 243-7.
321. **Jospe M.** The placebo effect in healing. 1978.
322. **Smaglik P.** Placebos could improve link between medical outlooks. *Nature.* 2000;408(6811):394.
323. **Zubieta JK, Bueller JA, Jackson LR, Scott DJ, Xu Y, Koeppe RA, et aaaal.** Placebo effects mediated by endogenous opioid activity on mu-opioid receptors. *J Neurosci* 2005 25(34):7754-62.
324. **Wager TD, Scott D, Zubieta JK.** Placebo effects on human mu-opioid activity during pain. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2007;104(26):11056-61.
325. **Machado L, Kamper, SJ, Herbert, RD, Maher, CG, McAuley, JH.** Imperfect placebos are common in low back pain trials: a systematic review of the literature. *European Spine Journal.* 2008;17(7):889.
326. **Kerr FW.** Pain. A central inhibitory balance theory. *Mayo Clinic Proceedings,* 1975.

327. **Schwitzgebel R, Traugott M.** Initial note on the placebo effect of machines. Behavioral science ,1968; 13 (4): 167.
328. **Benson H, Epstein M.** The Placebo Effect A Neglected Asset in the Care of Patients. JAMA, 1975; 232 (12): 1225-1227.
329. **DeSantana JM, Santana- Filho V, Guerra D.** Hypoalgesic effect of the transcutaneous electrical nerve stimulation following inguinal herniorrhaphy: a randomized, controlled trial. The Journal of Pain 2008; 9 (7): 623-629.
330. **Deyo RA, WalshNE, Martin DC.** A controlled trial of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) exercise for chronic low back pain. New England Journal of Medicine, 1990; 322(23): 1627-1634.
331. **Langley GB, Sheppeard H, Johnson M.** The analgesic effects of transcutaneous electrical nerve stimulation and placebo in chronic pain patients. A double-blind non-crossover comparison. Rheumatology international, 1984; 4 (3): 119-123.
332. **Wigley R.** When is a placebo effect not an effect? Clinical Medicine. 2007;7(5):450-2.
333. **Thiese MS HM, Biggs J.** Electrical stimulation for chronic non-specific low back pain in a working-age population: a 12-week double blinded randomized controlled trial. BMC musculoskeletal disorders. 2013;14(1):117.
334. **Laporte JR VC.** Principios básicos de investigación clínica: AstraZeneca Barcelona; 2001.
335. **Murunzabal SC, Bidegain MA, Muiño M.** Eficacia analgésica de la electroterapia y técnicas afines: revisiones sistemáticas. Rehabilitación (Madr), 2002; 36 (5): 268-283.
336. **Fernandez-del-Olmo M, Álvarez-Sauco M, Koch G.** How repeatable are the physiological effects of TENS? Clinical Neurophysiology, 2008; 119 (8): 1834-1839.
337. **Loeser JD, Black RG, Christman A.** Relief of pain by transcutaneous stimulation. Journal of Neurosurgery,1975; 42 (3): 308-314.
338. **Ali J, Yaffe CS, Serrette C.** The effect of transcutaneous electric nerve stimulation on postoperative pain and pulmonary function. Surgery. 1981; 89(4): 507-12.

339. **Cooperman AM, Hall B, Mikalacki K, Hardy R, Sardar E.** Use of transcutaneous electrical stimulation in the control of postoperative pain. *Am J Surg.* 1977 Feb;133(2):185-7.
340. **Gilbert JM, Gledhill T, Law N, George C.** Controlled trial of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for postoperative pain relief following inguinal herniorrhaphy. *Br. J. Surg.*, 1986; 73: 749-751.
341. **Smedley F, Taube M, Wastell C.** Transcutaneous electrical nerve stimulation for pain relief following inguinal hernia repair: a controlled trial. *European Surgical Research*, 1988; 20 (4): 233-237.
342. **Thorsteinsson G, Stonnington HH, Stillwell GK, Elveback L.** The placebo effect of transcutaneous electrical stimulation. *Pain.* 1978; 5(1):31-41.
343. **Lewis B, Lewis D, Cumming G.** The comparative analgesic efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation and a non-steroidal anti-inflammatory drug for painful osteoarthritis. *Rheumatology*, 1994; 33 (5): 455-460.
344. **Dougherty R.** TENS, an alternative to drugs in the treatment of chronic pain. 30th Annual Scientific Assembly. *Am Assoc of Family Physicians*, 1978.
345. **Finsen V, Persen L, Lovlien M.** Transcutaneous electrical nerve stimulation after major amputation. *Bone & Joint Journal.* 1988;70(1):109-12.
346. **Gschiel B, Kager H, Pipam W.** Analgesic efficacy of TENS therapy in patients with gonarthrosis. A prospective, randomised, placebo-controlled, double-blind study, 2010;24(5):494-500.
347. **Oosterhof J, Samuel HJ, de Boo T.** Predicting outcome of TENS in chronic pain: a prospective, randomized, placebo controlled trial. *Pain.* 2008;136(1):11-20.
348. **Smedley F TM, Wastell C.** Transcutaneous electrical nerve stimulation for pain relief following inguinal hernia repair: a controlled trial. *European surgical research.* 1988;20(4):233-7.
349. **Smith Cr LGTMD. Smith CR, Lewith GT, Machin D.** TNS and osteoarthritic pain. Preliminary study to establish a controlled method of assessing transcutaneous nerve stimulation as a treatment for the pain caused by osteoarthritis of the knee. *Physiotherapy*, 1983; 69 (8):266.

350. **Cuschieri RJ MC, McArdle CS.** Transcutaneous electrical stimulation for postoperative pain. *Annals of Royal College of Surgeons of England* 1985;67:127.

351. **Hansson P, Ekblom A.** Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) as compared to placebo TENS for the relief of acute oro-facial pain. *Pain*. 1983;15(1-4):157-65.

352 **Marchand S1, Bushnell MC, Duncan GH.** Modulation of heat pain perception by high frequency transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). *Clin J Pain*. 1991 Jun;7(2):122-9.

353. **Marchand.** Is TENS purely a placebo effect? A controlled study on chronic low back pain. 1993.

354. **Cheing GI H-CCW.** Transcutaneous electrical nerve stimulation: Nonparallel antinociceptive effects on chronic clinical pain and acute experimental pain. 1999.

355.**Topuz O, Özfidan E, Ozgen M, Ardic F.** Efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation and percutaneous neuromodulation therapy in chronic low back pain. *Journal of Back and Musculoskeletal rehabilitation*. 2004;17(3-4):127-33.

356. **Erdogan M EA, Erbil N.** Prospective, randomized, placebo-controlled study of the effect of TENS on Postthoracotomy Pain and Pulmonary Function. *World J Surg*. 2005;29:1563-70.

357. **Dworkin S SJ, Mancil L.** Reliability, validity, and clinical utility of the research diagnostic criteria for Temporomandibular Disorders Axis II Scales: depression, non-specific physical symptoms, and graded chronic pain. *Journal of orofacial pain*. 2002;16(3):207-20.

ANEXOS

ANEXO 1 HOJA INFORMATIVA

HOJA DE INFORMACION PARA LOS PACIENTES

Estudio sobre el efecto miorrelajante y disminución del dolor, con la utilización del TENS, del TENS en una población con trastornos temporomandibulares de origen muscular.

E. Centros:

Clínica del título propio de “Trastornos Temporomandibulares y Dolor Orofacial” de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid.

F. Introducción

Nos dirigimos a usted, para informarle sobre un estudio de investigación en el que se le invita a participar. El estudio ha sido aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Clínico San Carlos de Madrid, y se ajusta a la legislación vigente. Este estudio consiste en un ensayo clínico en el que se han elegido de forma aleatorizada dos grupos de pacientes, un grupo al que se aplica un tipo de tratamiento con TENS y otro grupo al que se le aplica un placebo.

Nuestra intención es que usted reciba información correcta y suficiente para que pueda evaluar y juzgar si quiere o no participar en este estudio. Para ello lea esta hoja informativa con atención, y nosotros le aclararemos las dudas que le puedan surgir.

G. Participación voluntaria

Debe saber que su participación en este estudio es voluntaria, y que puede decidir no participar o cambiar su decisión, y retirar el consentimiento en cualquier momento, sin que por ello se altere la relación con su médico, ni se produzca perjuicio alguno en su tratamiento.

H. Descripción general del estudio

Este estudio tiene como objetivo, estudiar el efecto de relajación y alivio del dolor que tiene el TENS, sobre los pacientes con problemas musculoesqueléticos de la articulación temporomandibular.

El TENS (Estimulación eléctrica transcutánea), tiene la finalidad de producir los estímulos eléctricos necesarios, que sirven para obtener los resultados biológicos de relajación muscular y alivio del dolor muscular.

Si usted accede a participar en el estudio, se realizará la exploración de sus músculos y preguntándole sobre el nivel de dolor que presenta en sus músculos. Posteriormente se le realizará una electromiografía, con un aparato denominado electromiógrafo.

La Electromiografía es una técnica que registra y monitoriza los potenciales de acción musculares, para cuantificar la función y el tono muscular en condiciones de salud y enfermedad.

Por último, se volverá a medir de nuevo la actividad muscular de sus músculos y se le volverá a preguntar qué nivel de dolor presenta.

Una vez evaluados las pruebas diagnósticas antes y después del TENS, se concertará una segunda visita para explicarle los resultados y orientarle sobre el tratamiento, si fuera necesario se le informará de la necesidad de aplicar nuevas sesiones con el TENS.

E. Posibles beneficios y riesgos de participar en el estudio

Los beneficios que va a experimentar son sensación de alivio del dolor y relajación muscular.

El TENS carece de efectos secundarios. Como máximo, podría notar una sensación de quemazón en la zona de aplicación y una leve dermatitis localizada.

F. ¿Cuáles son mis derechos por ser participante de una investigación?

- Usted tiene derecho a no participar en un estudio de investigación.
- Usted tiene derecho a interrumpir su participación en cualquier momento.
- Usted tiene derecho a que le den nueva información sobre el estudio.

- Usted tiene derecho a hacer preguntas en cualquier momento y a recibir una respuesta lo antes posible.
- También tiene la responsabilidad de mantenerse informado durante su participación en el estudio.
- Usted debe hacer preguntas sobre cualquier cosa que no entienda o si simplemente desea saber algo.

G. Confidencialidad

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. De acuerdo con Ley 15/1999 de Protección de Datos de Carácter Personal, la información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación.

Sus datos serán incluidos en un Fichero de Investigación Clínica, cuyo responsable es el centro y su finalidad es realizar estudios de investigación.

Los datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código y sólo su médico y sus colaboradores podrán relacionar dichos datos con usted y con su historia clínica. Por lo tanto, su identidad no será revelada a persona alguna, salvo urgencia médica o requerimiento legal.

Usted puede ejercer los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación de datos. Para lo cual deberá dirigirse al médico encargado del estudio.

H. Otra información relevante

Si usted decide retirar el consentimiento para participar en este estudio, ningún dato nuevo será añadido a la base de datos.

También debe saber que puede ser excluido del estudio si los investigadores lo consideran oportuno. En cualquier caso, usted recibirá una explicación adecuada del motivo que ha retirado su retirada del estudio.

Al firmar la hoja de consentimiento adjunta, se compromete a cumplir con los procedimientos del estudio que se le han explicado.

ANEXO 2: INFORME COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA



Hospital Clínico San Carlos



Informe Dictamen Favorable
Proyecto de Tesis

C.P. - C.I. 16/083-E Tesis

01 de marzo de 2016

CEIC Hospital Clínico San Carlos

INFORME DEL COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA

Dra. Mar García Arenillas
Presidenta del CEIC Hospital Clínico San Carlos

CERTIFICA

Que el proyecto de Tesis titulado **"EFECTO MIORELAJANTE Y ANTINOCICEPTIVO DEL TENS EN UNA POBLACIÓN CON TRASTORNO TEMPOROMANDIBULAR DE ORIGEN MUSCULAR"** con código interno nº 16/083-E del que es autora Doña **Lidia Ventura Bermúdez**, siendo el Director de la Tesis el Dr. Ignacio Ardizzone García, ha sido estudiado por este Comité, no habiéndose realizado objeción alguna al mismo.

Es por ello que el Comité **informa favorablemente** sobre la realización de dicha Tesis.

Lo que firmo en Madrid, a 01 de marzo de 2016

Dra. Mar García Arenillas
Presidenta del CEIC Hospital Clínico San Carlos

ANEXO 3 CONSENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo; (nombre y apellido del participante)

.....

He leído las hojas de información que se me han entregado.

He podido hacer preguntas sobre el estudio.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He hablado con (nombre del investigador)

.....

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que me puedo retirar del estudio:

1. Cuando quiera.
2. Sin tener que dar explicaciones.
3. Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos.

Y presto mi conformidad con la participación en el estudio,

Fecha

Firma y DNI del participante

Fecha

Firma del investigador

ANEXO 4. HISTORIA CLÍNICA SEGÚN RDC

Criterios Diagnósticos para la Investigación de los Trastornos Temporomandibulares
CDI/TTM

Editado por

Dra. Yoly M. González
University at Buffalo

Colaboradores

Dr. Walter Díaz
Dr. Gerardo Maupome
Dra. Ruth S. Monserratte
Dra. Elizabeth Rendón
Dra. Alejandra Zazueta

Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders

Edited by: Samuel F. Dworkin, DDS PhD and Linda LeResche, ScD Journal of
Craniomandibular Disorders 1992

Back-translation Team

Dr. Sturat Fischman
Dr. Richard Ohrbach
Ms. Carla Beneduce

University at Buffalo

Aceptado en Octubre, 2002

ANEXO 4.1. Protocolos de examen

Para el uso de los Criterios Diagnósticos en la Investigación de los Trastornos Temporomandibulares (CDI/TTM), se deben recopilar los datos de la historia y el examen clínico, utilizando los cuestionarios, los formularios o las planillas e indicaciones para el examen de los trastornos temporomandibulares.

Es de suma importancia que los criterios utilizados por los examinadores sean:

- Calibrados (consistentes, homogéneos) a niveles aceptables de confiabilidad inter-examinador.
- Y cumplan unos niveles aceptables de confiabilidad inter-examinador en el uso de las indicaciones o especificaciones del examen, cuestionario y formularios que se presentarán a continuación.

Para poder resumir los datos con mayor facilidad, deben rellenarse una planilla para resumir los datos demográficos de los pacientes, su grupo diagnóstico del eje I y II.

ANEXO 4.2. Indicaciones examen

A. Instrucciones Generales para el Examen de los Trastornos Temporomandibulares

1. Todos los aspectos del cuestionario y el examen deben ser completados, a menos que el individuo se niegue o sea incapaz de cooperar. En este caso escriba "SR" (sujeto rechaza) en letras mayúsculas junto a la pregunta, y anote por qué el individuo se negó o no puede contestar la pregunta.
2. Todas las mediciones serán realizadas con los músculos masticatorios en posición de reposo, a menos que el examinador de otra indicación. Las articulaciones y músculos no deben recibir carga ó presión adicional en ningún momento.
3. Todos los registros en milímetros, se anotarán, como de dígito único o doble. Si un registro es de doble dígito y tiene una cifra menor que 10, entonces precédala con un cero. Si una medida está entre 2 números contiguos, consigne (anote) la cifra entera de menor valor.
4. Los sujetos se sentarán en una silla (sillón dental) en un ángulo de aproximadamente 90 grados.
5. Los examinadores usarán guantes en todo momento.
6. Los sujetos con prótesis, serán examinados con las prótesis en boca, a menos que sea necesario examinar las encías o mucosas, o realizar palpación intraoral. Las férulas y otros aparatos que no reemplacen dientes deben ser removidos para efectuar el examen.
7. Mencione si el sujeto tiene barba, collarín o cualquier otra barrera física que potencialmente pueda interferir con la palpación muscular o articular.
8. Realice los procedimientos de examen en el orden que se presentan en la planilla y anote las medidas en los lugares apropiados.
9. Las preguntas 4.d (sobremordida vertical) y 6.d (desviación de la línea media) serán utilizadas para calcular los valores reales de las preguntas 4 y 6, en la determinación de apertura y movimientos de lateralidad. Para las

preguntas 4.a., 4.b y 4.c, el valor de sobremordida vertical (4.d.) debe ser sumado a cada una de estas mediciones para determinar la magnitud de la apertura. Para las preguntas 6.a y 6.b, si la desviación de la línea media (6.d) es mayor que 0, este valor debe ser sumado al del lado contrario a la desviación y restado del otro. Por ejemplo: si un sujeto tiene una desviación de 2mm hacia la derecha, entonces reste 2mm del valor de la excursión lateral derecha y sume 2mm al valor de la excursión lateral izquierda.

Nota: Debido a que estos criterios diagnósticos para la investigación requieren que el examinador verifique la localización del dolor reportado por el paciente (preguntas 1 y 2); estas preguntas han sido trasladadas del cuestionario al examen. Esto le permitirá al examinador confirmar tipo y localización del dolor.

ANEXO 4.3. Instrucciones examen

B. Instrucciones de Examen

11.7.2.1.1. Encierre en un círculo la respuesta correcta. Si el sujeto indica dolor en la línea media, regístrelo como "ambos".

11.7.2.1.2. Encierre en un círculo la respuesta correcta. Si no está claro lo que el paciente está indicando con respecto al área muscular o de la articulación afectada, entonces presione en el área previamente indicada por el sujeto lo más suavemente posible para identificar correctamente el sitio anatómico. Por ejemplo, el sujeto indica dolor en la articulación, pero el examinador identifica el sitio como muscular, se registra el hallazgo del examinador.

11.7.2.1.3. *Patrón de Apertura.* Instrucciones Generales: Indique al sujeto que coloque la mandíbula en una posición cómoda. (Ponga su mandíbula en una posición cómoda con los dientes tocando ligeramente) Coloque su pulgar en el labio inferior del individuo y bájelo de manera que pueda ver los dientes inferiores, esto facilitará la observación de la desviación de la línea media. Pida al paciente que abra la boca al máximo que le sea posible, aunque sienta dolor (Quiero que abra la boca al máximo que pueda, aunque le duela un poco). Si el grado de desviación no es claro, use una regla milimetrada mantenida verticalmente entre las líneas interincisivas superior e inferior (o marque la línea media en los incisivos centrales inferiores si estas no coinciden) como una guía. Pídale al sujeto que abra la boca tres veces. Si el sujeto muestra más de un patrón de apertura, entonces dígame que repita las tres aperturas bucales y marque de acuerdo a los siguientes criterios (nota: solo se esta evaluando el patrón de apertura):

- a. *Recto:* Si no hay ninguna desviación perceptible durante la apertura.
- b. *Desviación lateral a la izquierda o derecha:* Para desviaciones unilaterales en apertura máxima, determine hacia cual lado se desvía la mandíbula y regístrelo.
- c. *Desviación corregida* (desviación en "S"): El sujeto presenta una

desviación unilateral perceptible hacia un lado pero la misma se corrige hacia la línea media antes o llegando a la apertura máxima no asistida.

d. *Otros*: El sujeto presenta un movimiento irregular (no uniforme, no continuo) o tiene un patrón de apertura diferente a los anteriores, indíquelo junto con el tipo de desviación. Si tiene más de un patrón de apertura, use esta categoría y escriba "*más de uno*".

11.7.2.1.4. Rango del Movimiento Vertical Mandibular. Si el sujeto es portador de prótesis total o parcial y la misma está desajustada, presiónela contra el reborde para todas las mediciones de apertura.

a. *Apertura (Mandibular) no Asistida sin Dolor*

▪ *Obtención de la medida.* Indique al sujeto que coloque la mandíbula en una posición cómoda. (Ponga su mandíbula en una posición cómoda). Dígame que abra la boca lo máximo que pueda (no asistido) sin que sienta ningún dolor. (Me gustaría que abriera la boca lo máximo que pueda sin sentir ningún dolor) Coloque el borde de la regla milimetrada en el borde incisal del incisivo central superior que esté más vertical, y mida la distancia entre este y el borde incisal del incisivo inferior, (distancia interincisal), registre esta medida. Anote en el formulario cuál incisivo superior fue tomado como referencia. Si la apertura es menor de 30 mm., para asegurarse que el sujeto entendió las instrucciones, repita la apertura. Si la segunda vez la medida es menor de 30 mm. Entonces regístrela.

b. *Apertura (Mandibular) Máxima no Asistida con Dolor*

▪ *Obtención de la medida.* Indique al sujeto que coloque la mandíbula en una posición cómoda (Coloque su boca en una posición cómoda) Luego pídale al sujeto abrir la boca lo máximo que pueda, aunque sienta dolor (Abra la boca lo más que pueda, aunque esto le cause una pequeña molestia) Coloque el borde de la regla milimetrada en el borde incisal del incisivo central superior que esté más vertical, y mida la distancia entre este y el borde incisal del incisivo inferior (distancia interincisal) y registre esta medida.

▪ *Dolor.* Pregunte al sujeto si sintió dolor durante la apertura máxima no asistida. (¿Sintió Ud., algún dolor cuando abrió su boca en esta oportunidad?) Anote si ha tenido o no dolor y su localización. La localización es registrada en dos formas: en el lado izquierdo y/o derecho y se anota si es o no en la(s)

articulación(es). Dos anotaciones se requieren para las preguntas 4.b y 4.c para evaluar dolor: anote el lado del dolor como "Ninguno" (0). "Derecho" (1). "Izquierdo" (2) o "Ambos" (3). También registre si el dolor en la articulación está "Presente" (1) o "Ausente" (0). Si el sujeto no ha tenido dolor, marque "NA" (9) para su localización. Si el sujeto indica presión o tensión regístrelo como "Ninguno".

c. *Apertura (Mandibular) Máxima Asistida con Dolor*

▪ *Obtención de la medida:* Indique al sujeto que coloque la mandíbula en una posición cómoda (Coloque su boca en una posición cómoda) Luego, pídale que abra la boca lo máximo que pueda, aunque sienta dolor (Abra la boca lo máximo que pueda, aunque esto le provoque alguna pequeña molestia) Una vez que el sujeto tenga la boca abierta lo máximo que pueda, coloque su pulgar en el borde de los incisivos superiores, y en forma cruzada coloque su índice sobre los incisivos centrales mandibulares. En esta posición obtendrá la palanca necesaria para forzar una apertura mandibular mayor. Use presión moderada, pero sin forzar la apertura. (Yo estoy verificando si puedo abrir su boca un poco más y me detendré tan pronto como Ud. levante su mano) Con una regla milimetrada mida verticalmente desde el borde incisal del incisivo central superior de referencia al borde incisal del incisivo inferior y anote la medida.

▪ *Dolor.* Anote si el sujeto siente o no dolor y su localización. (¿Sintió Ud. algún dolor cuando yo le trate de abrir más su boca, con mis dedos?) Anote la localización del dolor de la misma forma como en la apertura máxima no asistida. Si el sujeto indica sensación de presión o tensión, anótelo como "ninguno".

d. *Sobremordida Vertical.* Pida al sujeto que cierre la boca manteniendo los dientes completamente juntos. Con un lápiz marque una línea donde llega el borde del incisivo central superior de referencia, al incisivo inferior. Mida la distancia desde el borde incisal del incisivo inferior marcado a la línea realizada y anote esta medida.

12. *Palpación de Sonidos Articulares durante el Movimiento Vertical.*

Instrucciones Generales: El sujeto indicará la presencia o ausencia de sonidos, de estar presentes el examinador anotará el tipo de sonido apreciado. Coloque el dedo índice izquierdo sobre la articulación derecha y el derecho sobre la izquierda (área pre-auricular). La yema del dedo derecho es colocada anterior al tragus de la

oreja. Pida al sujeto que abra lentamente lo máximo que le sea posible, aun si ello le causa dolor. Al final de cada cierre, el sujeto debe colocar los dientes en contacto, en una posición de máxima intercuspidad. Dígale al sujeto: "Mientras yo tenga mis dedos sobre su articulación, le pediré que abra su boca lentamente lo máximo que pueda y después, que cierre su boca lentamente lo máximo hasta que sus dientes estén completamente juntos". Pídale que abra y cierre la boca tres veces. Anote el sonido que la articulación produce en apertura o cierre tal como es detectado durante la palpación, de acuerdo con los siguientes parámetros:

a. *Definición de Sonidos.*

0 = Ninguno

1 = Click. Un sonido preciso, de corta y limitada duración con un claro comienzo y final, el cual generalmente suena como "*click*". Encierre en un círculo la pregunta, sólo si el *click* ocurre en dos de tres movimientos de apertura y cierre.

2 = Crepitación gruesa. Es un sonido continuo en un periodo largo de tiempo el cual ocurre durante el movimiento mandibular, no es breve como el *click* o el pop: el sonido puede apreciarse como un ruido sobrepuesto continuo. Este no es un sonido tenue, es el ruido de hueso sobre hueso, o como moliendo una piedra contra otra piedra.

3 = Crepitación fina. Es un sonido rechinante y fino, que es continuo en un periodo más largo durante el movimiento mandibular de apertura o cierre. No es breve como el *click*: el sonido puede apreciarse como un ruido sobrepuesto continuo. Puede ser descrito como un sonido de frotamiento o crujido sobre una superficie áspera.

b. *Evaluación de Clicking.* Aun cuando muchos de los siguientes tipos de sonidos no se relacionan específicamente con los grupos diagnósticos del CDI, esta lista de definiciones es útil para delinear y describir los mismos.

- *Click* reproducible en movimiento de apertura. Si durante los movimientos de apertura o cierre desde la posición de máxima intercuspidad, un *click* es notado en dos o tres movimientos de apertura anótelo como un *click* positivo de apertura.

- *Click* reproducible en movimiento de cierre. Un *click* presente en dos o tres movimientos mandibulares de cierre.

- *Click Recíproco Reproducible.* La presencia de este sonido se mide

con una regla milimetrada durante los movimientos de apertura y cierre. Igualmente, la eliminación de ambos *clicks*, apertura y cierre, se determina cuando el sujeto abre y cierra la boca en protrusión. Con la regla milimetrada mida la distancia interincisal en la cual se escucha el clic en el movimiento de apertura y cierre. La medición se realiza tal como se presenta en el punto 4. Si el *click* cesa y no hay medida deje vacío el espacio correspondiente. (El análisis computarizado entonces indicará que no es un *click* recíproco: aunque un *click* ha estado presente su presentación no fue constante). Evaluar la eliminación del *click* en apertura protrusiva máxima. A continuación pídale al sujeto que abra y cierre la boca desde una posición mandibular protrusiva. El *click* de apertura y cierre se eliminará normalmente. Marque "Si" (1) si el *click* puede ser eliminado durante apertura y cierre en una posición más protruida. Si el *click* no es eliminado, marque "No" (0). Si no se escucha el *click*, marque "NA" (9).

- *Click no Reproducible* (no lo anote). Un clic no reproducible está presente, si el sonido sólo aparece periódicamente durante la apertura o cierre y no puede ser reproducido en o al menos dos de tres movimientos mandibulares completos. Más de un sonido puede ser anotado sobre todo para Apertura (a) y Cierre (b). Si es anotado Ninguno (0), no puede marcarse otra respuesta.

13. Movimientos Excursivos Mandibulares.

a. Movimiento de Lateralidad Derecha.

- *Obtención de la medida.* Pídale al sujeto que abra un poco su boca y mueva su mandíbula lo más que pueda hacia la derecha. Si es necesario repita el movimiento. (Ejemplo: "Mueva su mandíbula tan lejos como sea posible hacia la derecha, aun si ello es desagradable, regrésela hacia su posición normal y finalmente llévela nuevamente hacia el lado derecho".) Con los dientes levemente separados use una regla milimétrica para medir desde el espacio interdental (trónea labioincisal) de los incisivos centrales superiores hasta el espacio interdental de los incisivos mandibulares, anote esta medida.

- *Dolor.* Pregunte al sujeto si tiene dolor. Anote si el sujeto siente o no dolor y su ubicación. La ubicación se anota en dos formas: Si se trata del lado izquierdo y/o derecho y específicamente si tiene o no dolor en la articulación. Se harán dos anotaciones desde la pregunta 6.a a la 6.c para valorar dolor: Anote lado del dolor

como "Ninguno" (0), "Derecho" (1), "Izquierdo" (2), o "Ambos" (3). También anote si el dolor en la articulación está "Presente" (1) o "Ausente" (0). Si el sujeto no tiene dolor anote "NA" (9). (¿Sintió Ud., algún dolor cuando movió su mandíbula de lado?) Si dice sentir presión o tensión, anótelo como "Ninguno".

b. *Movimiento de Lateralidad Izquierda.*

- *Obtención de la medida.* Pida al sujeto mover la mandíbula tan lejos como sea posible hacia el otro lado (izquierdo). (Quiero que ahora usted mueva su mandíbula tan lejos como le sea posible hacia el otro lado y luego regrese a su posición normal). Anote esta medida de la misma manera que la lateralidad derecha.

- *Dolor.* Pregunte al sujeto si tiene dolor. Anote si el sujeto siente o no dolor y su ubicación. (¿Sintió Ud., algún dolor cuando movió su mandíbula de lado?) Anote la ubicación del dolor tal como en la lateralidad derecha. Si el sujeto indica sentir tensión o presión, anótelo como "Ninguno".

c. *Protrusión.*

- *Obtención de la medida.* Pida al sujeto abrir levemente y que protruya la mandíbula. (Deslice su mandíbula hacia afuera y adelante tan lejos como le sea posible, aun si ello es incómodo). Si el sujeto tiene un overbite o mordida profunda pídale abrir de modo que pueda protruir sin tener interferencia de los incisivos.

- *Dolor.* Pregunte al sujeto si tiene dolor. Anote si siente o no dolor y su ubicación. (¿Siente algún dolor cuando mueve su mandíbula hacia adelante?) Anote la ubicación del dolor tal como en el movimiento de lateralidad derecha. Si el sujeto indica sentir tensión o presión, anótelo como "Ninguno".

d. *Desviación de la Línea Media.* Si los espacios interdentes (troneras) de los incisivos mandibulares y maxilares no coinciden verticalmente, determine la diferencia horizontal entre las dos mientras el sujeto está ocluyendo. Anote en milímetros la distancia entre las dos líneas. Si la línea está desviada menos de un milímetro, o no está desviada anote "00".

14. Sonidos Articulares durante los Movimientos de Lateralidad y Protrusión.

Pídale al sujeto mover la mandíbula a la derecha, a la izquierda y hacia adelante (ver punto 6).

a. *Definición de Sonidos.* Véase la pregunta 5. b. *Evaluación de Clicking.*

- *Click* Reproducible durante movimientos de Lateralidad y Protrusión.

Ocurre cuando la ATM muestra un click en dos o tres movimientos laterales o protrusivos de la mandíbula respectivamente.

- *Click* no Reproducible durante movimientos de Lateralidad y Protrusión. Un *click* es no reproducible si está presente sólo periódicamente durante los movimientos laterales o protrusivos pero no puede ser reproducido en o al menos dos de tres movimientos. No lo anote.

C. Instrucciones Generales para la Palpación de los Músculos y la Articulación

14.6. Para determinar la presencia de dolor durante el Examen de los músculos y cápsulas articulares, se requiere presionar en un sitio específico usando la punta de los dedos del índice y medio o sólo la yema del dedo índice con presión estandarizada, tal como sigue: La palpación debe ser realizada aplicando 2 libras de presión para los músculos extraorales y 1 libra de presión en la ATM y músculos intraorales. Palpar los músculos de un lado mientras se usa la mano opuesta para apoyar la cabeza logrando estabilidad de la misma. La mandíbula del sujeto deberá estar en una posición de reposo sin contactar los dientes. Palpar los músculos mientras estén pasivos o en reposo. Cuando se necesite, haga que el sujeto apriete ligeramente los dientes y se relaje, para identificar la localización del músculo y asegurar la palpación en el sitio correcto, (Voy a presionarle sobre algunos músculos, me gustaría que apriete suavemente los dientes y luego se relaje dejando los dientes ligeramente separados. Primero localice el sitio de palpación y posteriormente presione. Debido a que la localización y sensación de dolor puede variar de un individuo a otro, es importante presionar en múltiples áreas del músculo para determinar la presencia de dolor. Antes de empezar a palpar dígame al sujeto: "En la siguiente parte del Examen me gustaría que usted recordara si siente dolor o presión cuando palpo o presiono en ciertas partes de su cara o cabeza". Pida al sujeto que determine si la palpación le duele o si sólo siente presión. Si el sujeto siente dolor, pídale que determine si el dolor es ligero, moderado o severo. Si el sujeto no está claro si siente o no dolor o tan solo siente presión, anotelo como "sin dolor".

14.7. Descripción de Sitios Específicos de Músculos Extraorales (2 libras de presión digital).

a. *Fibras Posteriores del Músculo Temporal:* Palpe estas fibras detrás y directamente arriba de las orejas. Pida al sujeto que apriete los dientes y que posteriormente adopte una posición de reposo, esto le ayudara a identificar las fibras musculares. Recorra con los dedos (medialmente) hacia la cara del paciente hasta el borde de la oreja.

b. *Fibras Medias del Músculo Temporal:* Palpe las fibras en la depresión ósea aproximadamente a 2 cm lateral al borde externo de la ceja.

c. *Fibras Anteriores del Músculo Temporal:* Palpe las fibras sobre la fosa infratemporal inmediatamente sobre la apófisis cigomática. Pida al sujeto apretar los dientes para ayudar a identificar el músculo.

d. *Origen del Músculo Masetero:* Pida al sujeto que primero apriete los dientes y luego se relaje (posición postural) para observar la localización del músculo. Palpe el origen del músculo empezando en el área localizada 1 cm. inmediatamente frente a la ATM e inmediatamente bajo el área cigomática. Palpe en dirección anterior hasta llegar al borde del músculo.

e. *Cuerpo del Masetero:* Empiece justo desde abajo (inferior) del proceso cigomático, en el borde anterior del músculo. Palpe desde aquí hacia abajo y atrás, dirigiéndose al ángulo de la mandíbula cubriendo toda la superficie del músculo la cual tiene un ancho de aproximadamente 2 dedos.

f. *Inserción del Músculo Masetero:* Palpar el área 1 cm. superior y anterior al ángulo de la mandíbula.

g. *Región Mandibular Posterior (Estilohiodea/Digástrico Posterior):* Pida al sujeto que incline un poco la cabeza hacia atrás, localice el área entre la inserción del músculo esternocleidomastoideo y el borde posterior de la mandíbula. Coloque el dedo de modo que vaya medialmente y hacia arriba y no sobre la mandíbula. Palpar el área que se encuentra inmediatamente medial y posterior al ángulo de la mandíbula.

h. *Región Submandibular (Pterigoideo Medial, Suprahioideo, Digástrico Anterior):* Localice el sitio bajo la mandíbula, 2 cm. anterior al ángulo de la mandíbula. Palpe superiormente empezando hacia la mandíbula. Si el sujeto tiene un dolor muy grande en esta área, hay que evaluar si es dolor muscular o nodular.

Si es dolor nodular, indicarlo en el formulario de examen.

14.8. Descripción de Sitios Específicos de Palpación Articular. (Una libra de presión digital).

a. *Polo Lateral:* Coloque su dedo índice justo antes del tragus de la oreja y sobre la ATM del sujeto. Pida al sujeto que abra ligeramente hasta sentir la translación del polo del cóndilo hacia adelante. Use una libra de presión en el lado que se está palpando y sostenga la cabeza con la mano opuesta.

b. *Inserción Posterior:* Este sitio se puede palpar intrameatalmente. Coloque el dedo meñique derecho del meato izquierdo del sujeto y el dedo meñique izquierdo en el meato derecho. Apunte la yema de los dedos hacia el examinador y pida al sujeto que abra ligeramente la boca (o ampliamente si es necesario) para asegurarse de que pueda sentir el movimiento de la articulación con la punta de los dedos. Presione firmemente primero un lado y luego el otro, mientras los dientes del sujeto están completamente juntos. (Cambio de guantes).

14.9. Descripción de Sitios Específicos de Palpación Intraoral (1 libra de presión digital). Explique al paciente que ahora palpará en el interior de la boca. (Ahora voy a palparle dentro de su boca, mientras lo hago me gustaría que mantuviera la mandíbula en una posición de reposo).

a. *Pterigoidea Lateral:* Antes de palpar asegúrese de que la uña del dedo índice esté corta para evitar falsos positivos (debido a maltrato físico). Pida al sujeto abrir la boca y mover la mandíbula hacia el lado que está siendo examinado. (Mueva su mandíbula hacia mi mano). Coloque el dedo índice en el lado lateral del reborde alveolar sobre los molares maxilares, mueva el dedo distal, medial y hacia arriba para realizar la palpación. Si el dedo índice es muy grande use el dedo meñique.

b. *El Tendón del Temporal:* Después de completar el pterigoideo lateral rote su dedo índice lentamente cerca de la apófisis coronoidea. Pida al sujeto abrir ligeramente y mueva su dedo índice hacia arriba por el borde anterior de la apófisis coronoidea. Palpe en el aspecto más superior de la apófisis.

Nota: Si es difícil diferenciar si el dolor viene del pterigoideo lateral o el tendón del temporal, rote y palpe con el dedo índice medialmente y luego lateralmente. Si

aún existen dificultades para su diferenciación, generalmente es del pterigoideo lateral, que es el más sensible de los dos.

ANEXO 4.4. CUESTIONARIO

CUESTIONARIO

Ficha Número: _____ Fecha: _____

Por favor lea y responda cada una de las siguientes preguntas. Encierre con un círculo solo una respuesta para cada pregunta.

14.9.2. ¿Diría Ud. que en general su salud es: excelente, muy buena, buena, regular o deficiente?

Excelente	Muy buena	Buena	Regular	Deficiente
1	2	3	4	5

14.9.3. ¿Diría Ud. que en general su salud oral es: excelente, muy buena, buena, regular o deficiente?

Excelente	Muy buena	Buena	Regular	Deficiente
1	2	3	4	5

14.9.4. ¿Ha tenido Ud. dolor de: cara, mandíbula, sienes, frente a los oídos o en los oídos durante el último mes?

No	0
Si	1

(Sí **no** ha tenido dolor en el último mes ir a la pregunta 14)

4a. ¿Hace cuántos años comenzó su dolor facial, por primera vez?

_____ años. (Si es menos de un año colocar 00) (Si es uno o más años ir a la pregunta 5)

4b. ¿Hace cuántos meses comenzó su dolor facial, por primera vez?

_____ meses

14.10. ¿Es su dolor facial persistente, recurrente o fue un problema de solo una vez?

Persistente	Recurrente	Una vez
1	2	3

14.11. ¿Ha visitado Ud. alguna vez al médico, dentista, quiropráctico u otro profesional de la salud debido a su dolor facial?

No	1
Si en los últimos 6 meses	2
Si hace más de 6 meses	3

14.12. En este momento, ¿Qué valor le daría a su dolor facial? Use una escala del 0 al 10 donde 0 es "sin dolor" y 10 es el "dolor máximo"

Sin dolor						Dolor máximo					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

15. En los últimos seis meses, ¿Cuán intenso fue su peor dolor? Use una escala del 0 al 10 donde 0 es "sin dolor" y 10 es el "dolor máximo"

Sin dolor						Dolor máximo					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

16. En los últimos seis meses, ¿Cuán intenso fue su dolor promedio, este es el dolor que Ud. siente generalmente? Use una escala del 0 al 10 donde 0 es "sin dolor" y 10 es el "dolor máximo"

Sin dolor						Dolor máximo					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

17. Aproximadamente, en los últimos seis meses ¿Cuántos días ha interferido su dolor facial en sus actividades diarias? (Trabajo, estudios, quehaceres domésticos)

_____ días

18. En los últimos 6 meses ¿Cuánto ha interferido su dolor facial con sus actividades diarias?

Use una escala del 0 al 10, donde 0 es “sin interferencia y 10 es “incapacidad total”.

Sin interferencia						Incapacidad				
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

19. En los últimos 6 meses, ¿Cuánto han cambiado sus actividades recreativas, familiares y sociales debido a su dolor facial? Use una escala del 0 al 10, donde 0 es "sin cambio" y 10 es "cambio extremo".

Sin cambio						Cambio				
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

20. En los últimos 6 meses, ¿Cuánto ha interferido su dolor facial en sus actividades laborales, incluyendo quehaceres domésticos? Use una escala del 0 al 10, donde 0 es "sin cambio" y 10 es "cambio extremo".

Sin cambio						Cambio				
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

14a. ¿Ha tenido usted alguna vez la mandíbula bloqueada o con dificultad para abrir su boca completamente?

No 0

Si 1

(Si no tiene problemas de apertura ir a la pregunta 15)

14b. ¿Fue su limitación de apertura bucal tan severa tal que interfirió con su habilidad para comer?

No 0

Si 1

15a. ¿Siente Ud. un Click o Pop en su articulación cuando abre o cierra su boca, o al masticar?

No 0

Si 1

15b. ¿Siente usted un ruido arenoso o de roce en su articulación cuando abre o cierra la boca o al masticar?

No 0

Si 1

15c. ¿Le han dicho o se ha dado cuenta por sí mismo de que aprieta o rechina sus dientes mientras duerme?

No 0

Si 1

15d. Sabe Ud. si aprieta o rechina los dientes durante el día?

No 0

Si 1

15e. ¿Tiene dolor o rigidez mandibular cuando despierta en las mañanas?

No 0

Si 1

15f. ¿Ha sentido ruidos o zumbido en sus oídos?

No 0

Si 1

15g. ¿Ha sentido su mordida incómoda o diferente ?

No 0

Si 1

16a. ¿Ha tenido artritis reumatoide, lupus o cualquier otra enfermedad artrítica sistémica?

No 0

Si 1

16b. ¿Sabe Ud., si algún miembro de su familia ha tenido o tiene alguna de las enfermedades mencionadas anteriormente?

No 0

Si 1

16c. ¿Ha tenido o tiene Ud. algún tipo de hinchazón o dolor en otras articulaciones además de la ATM (frente de sus oídos)?

(Sí **no** ha tenido inflamación o dolor articular ir a la pregunta 17a)

16d. Si este es un dolor persistente, ¿Ha tenido el dolor por lo menos durante un año?

No 0

Si 1

17a. ¿Ha tenido algún traumatismo en su cara o mandíbula recientemente?

No 0

Si 1

(Sí su respuesta es SI continúe, si es negativa ir a la pregunta 18)

17b. ¿Tenía Ud. dolor mandibular antes del traumatismo?

No 0

Si 1

18. ¿En los últimos 6 meses ha sufrido Ud., de dolores de cabeza o migrañas?

No 0

Si 1

19. ¿Cuál(es) de la(s) siguiente(s) actividad(es) han sido limitada(s) debido a su problema mandibular?

a. Masticar

No

b. Sonreír / reírse

No

c. Lavarse los dientes

No

20. En el último mes, indique cuanto se ha sentido molesto por: nada muy
poco mediana bastante extremada

a. Dolores de cabeza.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

b. Pérdida de interés placer sexual.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

c. Sensación de desmayos o mareos.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

d. Dolores en el corazón o en el pecho.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

e. Sentirse con poca energía o lento.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

f. Pensar en la muerte o en morir.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

g. Falta de apetito.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

i. Sentirse culpable.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

j. Dolores en la espalda baja.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

k. Sentirse solo.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

l. Sentimiento de tristeza.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

m. Preocuparse mucho por las cosas.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

n. No sentir interés por las cosas.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

o
p

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

q. Dificultad para dormirse.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

r. Falta de aire.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

s. Cambios repentinos de temperatura en el cuerpo.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

t. Adormecimiento u hormigueo en ciertas partes del cuerpo.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

u. Sentir como si tuviera un nudo en la garganta.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

v. Sentimiento sin esperanza en el futuro.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

w. Sensaciones de pesadez en sus brazos y piernas.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

x. Pensamientos de poner fin a su vida.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

y. Comer demasiado.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

z. Despertarse muy temprano por la mañana.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

aa. Dormir inquieto o trastornado.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

bb. Sentir que todo lo que hace es un esfuerzo.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

cc. Sentir que Ud. no vale nada.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

dd. Sentimientos de culpabilidad.

Nada	Muy poco	Mediana	Bastante	Extremada
0	1	2	3	4

21. ¿Qué tan buen trabajo realiza Ud. para mantener su salud en general?

Excelente	Muy buena	Buena	Regular	Deficiente
1	2	3	4	5

22. ¿Qué tan buen trabajo realiza Ud. para cuidar su salud oral?

Excelente	Muy buena	Buena	Regular	Deficiente
1	2	3	4	5

23. Fecha de nacimiento:

D___ M___ A_____

24. Sexo:

Masculino	1
Femenino	2

25. ¿Cuál de los siguientes grupos representa su raza?

Aleut, Esquimal o Indígena	1
Asrático o de las Islas Pacífico	2
Negro	3
Blanco	4
Otro	5
Especifique _____	

26. ¿Cuál es su nacionalidad u origen ancestral?

Puerto Riqueno	1
Cubano	2
Mexicano	3
Mexicano-Americano	4
Chicano	5
Latinoamericano	6
Hispano	7
Otro	8

27. ¿Cuál es su más alto grado de instrucción?

Ninguno o Jardín de Infancia	00							
Enseñanza Básica o Primaria	1	2	3	4	5	6	7	8
Enseñanza Media o Bachiller	9	10	11	12				
Universitaria	13	14	15	16	17	18	+	

28a. En las últimas 2 semanas, ¿Realizo Ud. algún tipo de trabajo o negocios a excepción de quehaceres domésticos? Incluya trabajos y negocios familiares no remunerados.

Si	1
No	2

Si la respuesta es afirmativa ir a la pregunta 29. Si su respuesta es NO continúe.

28b. Aún si no trabajó en las últimas dos semanas, ¿Tuvo Ud. algún negocio o trabajo?

Si	1
No	2

Si la respuesta es afirmativa ir a la pregunta 29. Si su respuesta es NO continúe.

28c. En las últimas dos semanas, ¿estuvo buscando trabajo o fue despedido?

Si, buscando trabajo	1
Si, despedido	2
Si, tanto despedido como buscando trabajo	3
No	4

29. Estado civil:

Casado (conviviendo con su pareja)	1
Casado (sin convivir con su pareja)	2
Viudo	3
Divorciado	4
Separado	5
Soltero	6

50.000 € o más

31. ¿Cuál es su número de código postal? _____

ANEXO 4.5. EXAMEN CLÍNICO

Examen Clínico

20.6. ¿Tiene Ud. dolor en el lado izquierdo de su cara, en el lado izquierdo o ambos lados?

Ninguno	0
Derecho	1
Izquierdo	2
Ambos	3

20.7. ¿Podría Ud. señalar el área donde siente dolor?

Derecha		Izquierda	
Ningún	0	Ningún	0
Articular	1	Articular	1
Muscular	2	Muscular	2
Ambos	3	Ambos	3

(El

examinador debe palpar el área señalada por el sujeto si existe algún tipo de confusión en cuanto a la localización del dolor)

20.8. Patrón de Apertura

Recto	0
Desviación Lateral Derecha (no corregida)	1
Desviación Corregida a la Derecha ("S")	2
Desviación Lateral Izquierda (no corregida)	3
Desviación Corregida a la Izquierda ("S")	4
Otros	5

Especifique el tipo: _____

20.9. Rango de Movimiento Vertical

- a. Apertura mandibular no asistida sin dolor _____ mm
- b. Apertura mandibular máxima no asistida _____ mm
- c. Apertura mandibular máxima asistida _____ mm
- d. Sobremordida Vertical _____ mm

Dolor				Articulación		
Ninguno	Derecha	Izquierda	Ambos	Si	No	NA
0	1	2	3	1	0	9
0	1	2	3	1	0	9

20.10. Sonidos Articulares (Palpación)

a. Apertura

	Derecha	Izquierda
Ninguno	0	0
Click	1	1
Crepitación Gruesa	2	2
Crepitación Fina	3	3

Medición del click en apertura _____ mm

b. Cierre

	Derecha	Izquierda
Ninguno	0	0
Click	1	1
Crepitación Gruesa	2	2
Crepitación Fina	3	3

Medición de click en cierre _____ mm

c. Click recíproco eliminando en apertura profusa.

	Derecha	Izquierda
NO	0	0
SI	1	1
NA	9	9

20.11. Movimientos de Lateralidad y Protrusión

- a. Lateralidad derecha _____ mm
 b. Lateralidad izquierda _____ mm
 c. Protrusión _____ mm
 d. Desviación de la línea media _____ mm

Dolor				Articulación		
Ninguno	Derecha	Izquierda	Ambos	Si	No	NA
0	1	2	3	1	0	9
0	1	2	3	1	0	9

Derecha 1

Izquierda 2

20.12. Sonidos articulares durante los movimientos de lateralidad y protrusión.

Derecha

Sonidos en la ATM derecha	Ninguno	Click	Crepitación fina	Crepitación gruesa
Lateralidad derecha	0	1	2	3
Lateralidad izquierda	0	1	2	3

Protrusión	0	1	2	3
------------	---	---	---	---

Izquierda

Sonidos en la ATM izquierda	Ninguno	Click	Crepitación fina	Crepitación gruesa
Lateralidad derecha	0	1	2	3
Lateralidad izquierda	0	1	2	3
Protrusión	0	1	2	3

Instrucciones para las preguntas 8, 9 y 10:

El examinador palpará varias áreas de la cara, cabeza. y cuello y le preguntará al sujeto si siente presión (0) o dolor (1-3). Si el sujeto siente dolor se indicará cuán intenso es el mismo usando la escala que se dará a continuación. Encierre con un círculo el número que corresponde a la intensidad del dolor reportada por el sujeto. Las anotaciones se harán por separado tanto para el lado derecho como para el izquierdo.

20.13. Dolor a la Palpación de los Músculos Extraorales.

Músculos	Derechos				Izquierdos			
Temporal (posterior)	0	1	2	3	0	1	2	3
Temporal								

Temporal	0	1	2	3	0	1	2	3
Masetero	0	1	2	3	0	1	2	3
Masetero								
Masetero	0	1	2	3	0	1	2	3
Región Posterior de la Mandíbula	0	1	2	3	0	1	2	3
Región	0	1	2	3	0	1	2	3
	0	1	2	3	0	1	2	3
	0	1	2	3	0	1	2	3

20.14. Dolor Articular a la Palpación:

Área	Derecha				Izquierda			
a. Polo Lateral (externo)	0	1	2	3	0	1	2	3
b. Inserción Posterior	0	1	2	3	0	1	2	3

20.15. Dolor a la Palpación de los Músculos Intraorales:

Área	Derecha		Izquierda	
Pterigoideo Lateral (área retromolar superior)				

0 1 2 3 0 1 2 3

Tendón del Temporal

0 1 2 3 0 1 2 3

ANEXO 4.6. RESUMEN DIAGNÓSTICO CLÍNICO

Resumen de Hallazgos Clínicos

Fecha: D_____ M_____ A_____

Ficha N°: _____

Nombre: _____

I. Datos Demográficos:

Edad: _____

Sexo: _____

Etnicidad: _____

Raza: _____

Nivel Educativo: _____

Ingreso Familiar: _____

J. Características reportadas por el paciente:

Click	SI	NO
Rigidez Mandibular Matutina	SI	NO
Sonido Áspero o arenoso	SI	NO
Ruidos o zumbido en los oídos	SI	NO
Rechinamiento o apretamiento nocturno	SI	NO
Rechinamiento o apretamiento diurno	SI	NO
Mordida incómoda o diferente	SI	NO

- Grupo Diagnóstico del Eje I:

K. Grupo I Trastornos Musculares: (Marque solo una respuesta para este grupo)

- Dolor Miofascial (I.a)
- Dolor Miofascial con Limitación de Abertura Mandibular (I.b)
- Sin Diagnóstico del grupo I

L. GRUPO II Desplazamientos del Disco: (Marque solo una respuesta para cada articulación)

ATM

Desplazamiento del disco con reducción.

Desplazamiento del disco sin reducción con limitación de la apertura.

Desplazamiento del disco sin reducción sin limitación de la apertura (IIc).

ATM izquierda

Desplazamiento discal con reducción (IIa).

Desplazamiento del disco sin reducción con limitación de la apertura.

Desplazamiento del disco sin reducción sin limitación de la apertura (II.c).

M. Grupo III Otras Condiciones Articulares (Marque Solo una respuesta para cada articulación en el Grupo III).

ATM derecha

Artralgia (IIIa)

Osteoartritis (IIIb)

Osteoartrosis (IIIc)

Sin diagnóstico en el grupo III

ATM izquierda

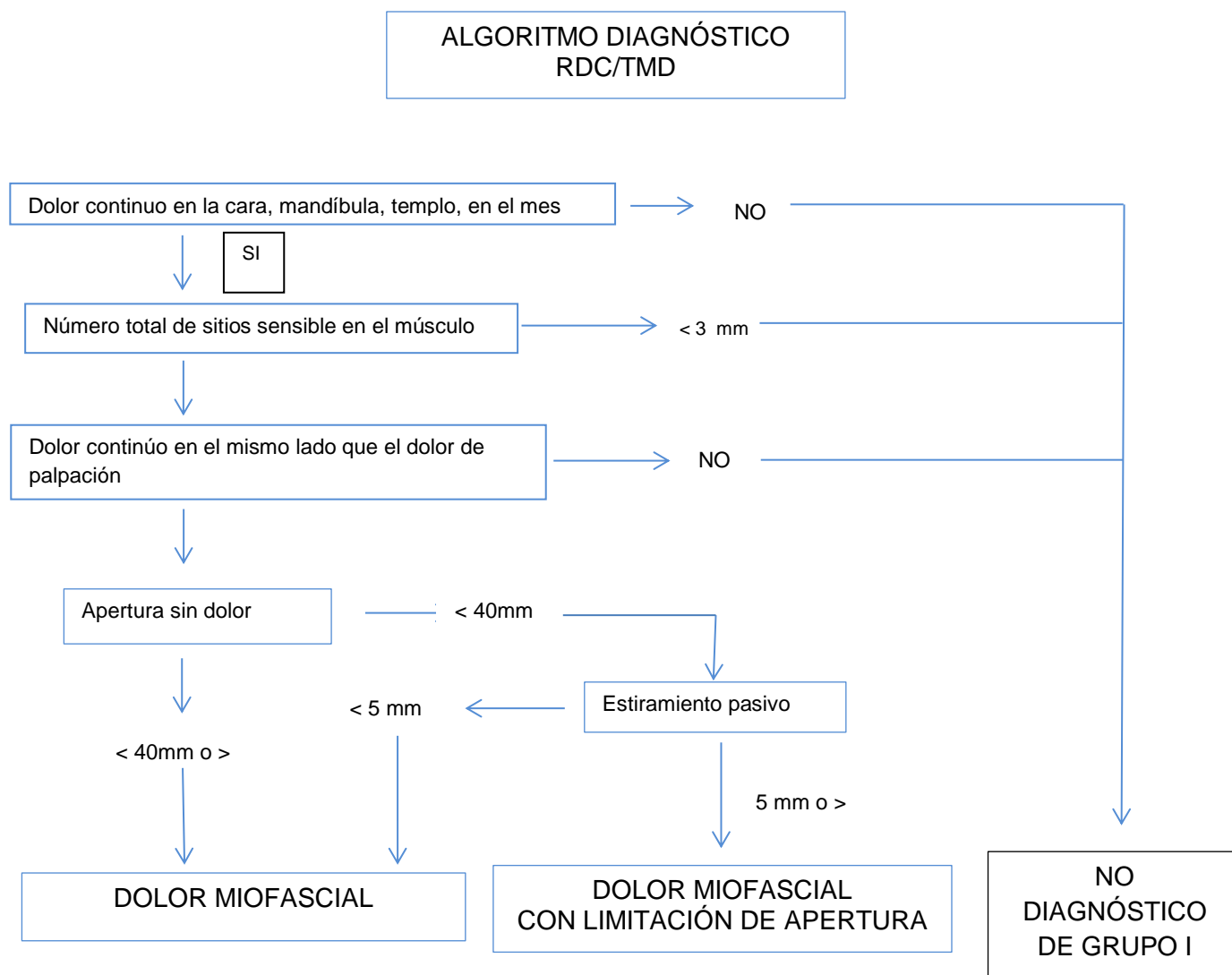
Artralgia (IIIa).

Osteoartritis (IIIb).

Osteoartrosis (IIIc).

Sin diagnóstico en el grupo III

ANEXO 4.7. Algoritmo diagnóstico de RDC/TMD



ANEXO 5 FICHA DE RESULTADOS DE REGISTROS

FICHA DE RESULTADOS DE REGISTROS

FECHA

NOMBRE

APELLIDOS

DOMICILIO

TELÉFONO

PROFESIÓN

EDAD

SEXO

AUSENCIAS DENTARIAS

TEST RDC-TMD:

MUSCULAR

11

ARTICULAR

1

AMBOS

11

REGISTRO DE ESCALA VAS ANTES Y DESPUÉS DEL TENS:

ESCALA DE VAS ANTES

A horizontal number line with a vertical tick mark in the center. The number '0' is written in a box at the left end, and the number '10' is written in a box at the right end.

ESCALA DE VAS DESPUÉS

A horizontal number line is shown with a box containing '0' at the left end and a box containing '10' at the right end. A vertical tick mark is placed exactly halfway between 0 and 10.

Resultados de los registros EMG realizados para cada uno de los cuatro músculos explorados:

REGISTROS EMG

REPOSO ANTES DEL TENS

MEDIA μV

MD

TD

MI

TI

REPOSO

DESPUÉS

DEL

MEDIA μV

MD

TD

MI

TI

TENS

